

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
Г.В.Сакаш  
подпись    инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01.00.05 «Теплогазоснабжение и вентиляция»

код и наименование специальности

«Отопление и вентиляция кафе-столовой

ОАО «Красцветмет» в г. Красноярске»

тема

Пояснительная записка

Руководитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Г.В.Смольников  
подпись, дата                      должность, ученая степень                      инициалы,

фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_

подпись, дата

И.А. Карловский

инициалы,

фамилия

Консультант:

ТВИС ТГВ \_\_\_\_\_

к.т.н., доцент

подпись, дата

должность, ученая степень

Г.В.Смольников

инициалы,

фамилия

Красноярск 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ.....	
ВВЕДЕНИЕ.....	
1.Исходные данные для проектирования .....	
1.1 Характеристика района строительства.....	
1.2 Расчетные параметры наружного воздуха .....	
1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха .....	
1.4 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	
2.Отопление .....	
2.1 Выбор принципиальных решений по отоплению.....	
2.2 Расчет потерь тепла.....	
2.3 Расчет отопительных приборов.....	
2.4 Гидравлический расчет системы отопления.....	
2.5 Подбор и предварительная настройка терморегуляторов .....	
3.Вентиляция .....	
3.1Расчет поступлений тепла в помещение.....	
3.1.1 Теплопоступление от источников искусственного освещения.....	
3.1.2 Теплопоступление от солнечной радиации через световые проемы.....	
3.1.3 Теплопоступление от солнечной радиации через покрытия.....	
3.1.4 Теплопоступление, влагопоступление и поступление углекислого газа от людей.....	
3.1.5 Теплопоступление от нагретого оборудования .....	
3.1.6 Баланс помещений по вредностям.....	
3.2 Расчет воздухообмена в помещении.....	
3.2.1 Параметры воздуха в вентиляционном процессе.....	
3.2.2 Определение параметров влажного воздуха по I-d диаграмме.....	
3.2.3 Определение расчетных воздухообменов.....	
3.2.4 Определение воздухообменов по нормативным кратностям.....	
3.2.5 Составление воздушного баланса.....	
3.3 Выбор принципиальных и конструктивных схем вентиляции.....	
3.4 Организация воздухообмена в помещении.....	
3.5 Аэродинамический расчет вентиляционных систем.....	
3.6 Расчет и подбор вентиляционного оборудования .....	
3.6.1 Расчет калориферов.....	
3.6.2 Расчет и подбор воздушных фильтров.....	
3.6.3 Расчет и подбор вентиляторов.....	
3.6.4 Расчет и подбор воздушно тепловой завесы.....	
3.6.5 Подбор насосов.....	
4. Технология возведения инженерных систем.....	
4.1 Подготовительные работы перед монтажом систем вентиляции.....	
4.2 Подготовительные работы перед монтажом системы отопления.....	
4.3 Последовательность монтажа системы отопления.....	
4.4 Последовательность монтажа воздуховодов систем вентиляции.....	
4.5 Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции .....	

4.6 Испытание и сдача в эксплуатацию систем отопления.....	
4.7 Расчет длин воздуховодов В4.....	
4.8 Инструменты и приспособления для монтажа систем вентиляции и отопления.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	
Приложение А.....	

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Отопление и вентиляция кафе-столовой ОАО» Красцветмет» в г. Красноярск»

Содержит: 53 страницы, 2 иллюстраций, 9 таблиц, 35 формул, 1 приложение, 11 листов графического материала.

ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ  
АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ,  
КОЭФИЦИЕНТЫ МЕСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ, ВОЗДУХООБМЕН,  
ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Объект реконструкции – кафе -столовая в г. Красноярске

Цели работы:

- обеспечение температурного комфорта в помещениях кафе-столовой;
- обеспечение качественного воздухообмена в помещениях ;
- расчет и подбор вентиляционного оборудования;
- технология монтажа систем вентиляции.

В результате проведенных расчетов были разработаны схемы отопления и вентиляции и произведен подбор основного оборудования.

В разделе ТВИС рассмотрены вопросы монтажа и испытания систем отопления и вентиляции, разработана монтажная схема системы вентиляции.

## Приложение А      Спецификация

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Отопление</b>								
1	Радиатор алюминиевый «Calidor Super» 6 секций	S500/100		Fondital	шт	4		
2	То же 8 секций	S500/100		Fondital	шт	4		
3	То же 10 секций	S500/100		Fondital	шт	16		
4	То же 12 секций	S500/100		Fondital	шт	13		
5	То же 14 секций	S500/100		Fondital	шт	8		
6	То же 16 секций	S500/100		Fondital	шт	2		
7	Монтажный комплект для радиаторов				компл	47		
8	Клапан регулирующий прямой Ø15	RTD-N	013L3704	Danfoss	шт	47		
9	Запорный клапан прямой Ø15	RLV	003L0144	Danfoss	шт	47		
10	Термостатический элемент Ø15	RTD-Inova 3130	013L3130	Danfoss	шт	47		
11	Регулятор перепада давления Ø20	ASV-P	003L7622	Danfoss	шт	8		
12	Запорный клапан Ø20	ASV-M	003L7692	Danfoss	шт	8		
13	Клапан ручной регулировки Ø25	MSV-C	003Z3022	Danfoss	шт	1		
14	То же Ø20	MSV-C	003Z3021	Danfoss	шт	3		
15	Кран шаровой полнопроходной Ø25	Eagle	9007100	Danfoss	шт	1		
16	То же Ø20	Eagle	9007034	Danfoss	шт	3		
17	Труба стальная водогазопроводная оцинкованная легкая Ø15	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	205		
18	То же Ø20	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	300		
19	То же Ø25	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	71		
20	То же Ø32	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	42		

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	То же Ø40	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	117		
22	То же Ø50	ГОСТ 3262-75*		Россия	м	22		
23	Насос циркуляционный	UPS 32-60		Grundfos	шт	1		
24	Маты минераловатные на синтетическом связующем $\delta=30$ мм	ТУ 5762-010-45757203-01		Россия	м2	1,2		
25	Стеклопластик рулонный РСТ	ТУ 6-11-145-80		Россия	м	230		
26	Окраска металлических оштукатуренных поверхностей эмалью ХВ-7141				м2	68		
<b>Вентиляция</b>								
<b>П1</b>								
1	Приточная установка (комплектно)	PR 160		Wesper	шт	1		
2	Огнезадерживающий клапан 200х200	ОКС-1-(120)-ТЗ-НО-200х200		Арктос	шт	1		
3	Огнезадерживающий клапан 800х400	ОКС-1-(120)-ТЗ-НО-800х400		Арктос	шт	2		
4	Решетка воздухораспределительная 200х100	AMP		Арктос	шт	4		
5	То же 200х200	AMP		Арктос	шт	2		
6	То же 300х150	AMP		Арктос	шт	15		
7	Дроссель- клапан 200х200	ДК 200х200		ЭкоВоздух	шт	3		
8	То же 250х200	ДК 250х200		ЭкоВоздух	шт	5		
9	Электропривод клапана	DA2/F S		PolarBear	шт	1		
10	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 150х150	ГОСТ 19904-74		Россия	м	2		

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	То же 200x100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	5		
12	То же 200x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
13	То же $\delta=0,7$ мм 250x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	10		
14	То же 300x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	8		
15	То же 400x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
16	То же 500x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
17	То же 800x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
18	То же 13000x500	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
19	Теплоизоляция $\delta=10$ мм	Пенофол самоклеющийся фольгированный		Россия	м2	30		
<b>П2</b>								
1	Приточная установка (комплектно)	PR 200		Wesper	шт	1		
2	Огнезадерживающий клапан 400x200	ОКС-1-(120)-ТЗ-НО-400x200		Арктос	шт	1		
3	Огнезадерживающий клапан 1000x400	ОКС-1-(120)-ТЗ-НО-1000x400		Арктос	шт	1		
4	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	5		
5	То же 200x200	AMP		Арктос	шт	4		
6	То же 300x150	AMP		Арктос	шт	13		
7	Дроссель- клапан 200x200	ДК 200x200		ЭкоВоздух	шт	2		
8	То же 250x200	ДК 250x200		ЭкоВоздух	шт	1		
9	То же 300x200	ДК 300x200		ЭкоВоздух	шт	1		

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	То же 500x200	ДК 500x200		ЭкоВоздух	шт	1		
11	Электропривод клапана	DA2/F S		PolarBear	шт	1		
12	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	5,5		
13	То же 200x150	ГОСТ 19904-74		Россия	м	4		
14	То же 200x200	ГОСТ 19904-74		Россия		11		
15	То же $\delta=0,7$ мм 300x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	22		
16	То же 400x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	5		
17	То же 500x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	8		
18	То же 600x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	15		
19	То же 700x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	12		
20	То же 800x400	ГОСТ 19904-74		Россия	м	12		
21	То же 1000x400	ГОСТ 19904-74		Россия	м	12		
22	То же 15000x500	ГОСТ 19904-74		Россия	м	12		
23	Теплоизоляция $\delta=10$ мм	Пенофол самоклеющийся фольгированный		Россия	м2	42		
<b>ПЗ</b>								
1	Приточная установка (комплектно)	PR 090		Wesper	шт	1		
2	Огнезадерживающий клапан 400x200	ОКС-1-(120)-ТЗ- НО-400x200		Арктос	шт	1		
3	Огнезадерживающий клапан 500x200	ОКС-1-(120)-ТЗ- НО-500x200		Арктос	шт	2		
4	Решетка воздухораспределительная  200x100	AMP		Арктос	шт	12		
5	То же 300x150	AMP		Арктос	шт	12		



Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	4		
7	То же $\delta=0,7$ мм 250x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	42		
8	То же 300x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	6		
9	То же 400x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	10		
10	То же 500x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	31		
11	То же 1200x500	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
12	Теплоизоляция $\delta=10$ мм	Пенофол самоклеющийся фольгированный		Россия	м2	10		
<b>П4</b>								
1	Вентилятор канальный	КТ 60-35-4		Sistemair	шт	1		
2	Воздухонагреватель 600x350	PBER600x350/45		Арктрос	шт	1		
3	Корпус фильтра 600x350	ФЛР 600x350		Арктос	шт	1		
4	Материал фильтра 600x350	EU3		Арктос	шт	1		
5	Шумоглушитель 600x350	RSA 600x350/1000		Арктос	шт	1		
6	Клапан воздушный 5Н.м.600x350	ABK 600x350		Арктос	шт	1		
7	Электропривод клапана 6Н.м.	DA2/F S		PolarBear	шт	1		
8	Гибкая вставка 600x350	DS 60-35		Арктос	шт	2		
9	Огнезадерживающий клапан 500x200	ОКС-1-(120)-Т3-НО-500x200		Арктос	шт	2		
10	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	12		

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	2		
12	То же 250x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	2		
13	То же $\delta=0,7$ мм 300x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
14	То же 400x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
15	То же 500x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	15		
16	Теплоизоляция $\delta=13$ мм	Пенофол самоклеющийся фольгированный		Россия	м2	1,5		
<b>B1</b>								
1	Вентилятор канальный	KVKF 160M		Systemair	шт	1		
2	Шумоглушитель Ø160	CSA160 /900		Арктос	шт	1		
3	Обратный клапан Ø160	RSK 160		Арктос	шт	1		
4	То же Ø200	RSK 200		Арктос	шт	1		
5	Гибкая вставка Ø160	DS160		Арктос	шт	2		
6	Быстросъемный хомут Ø160	MX160		Арктос	шт	2		
7	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	6		
8	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	28		
9	То же 200x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	11		
10	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм Ø160	ГОСТ 19904-74		Россия	м	2		
11	То же Ø200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	15		
12	Зонт Ø200	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
<b>B2</b>								
1	Бытовой вентилятор	IN 10/4		Systemair	шт	1		
2	Наружная решетка Ø100	DSAV Ø100		Арктос	шт	1		
3	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм Ø100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	4		

## Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>B3</b>								
1	Вентилятор канальный	KVKF 160M		Systemair	шт	1		
2	Шумоглушитель Ø160	CSA 160/900		Арктос	шт	1		
3	Обратный клапан Ø160	RSK 160		Арктос	шт	1		
4	Гибкая вставка Ø160	DS160		Арктос	шт	2		
5	Быстросъемный хомут Ø160	MX160		Арктос	шт	2		
6	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	1		
7	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм Ø160	ГОСТ 19904-74		Россия	м	16		
8	Зонт Ø160	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
<b>B4</b>								
1	Вентилятор канальный	KVKF 160M		Systemair	шт	1		
2	Шумоглушитель Ø160	CSA 160/900		Арктос	шт	1		
3	Обратный клапан Ø160	RSK 160		Арктос	шт	1		
4	Гибкая вставка Ø160	DS160		Арктос	шт	2		
5	Быстросъемный хомут Ø160	MX160		Арктос	шт	2		
6	Огнезадерживающий клапан Ø160	КЛОП Ø160		Арктос	шт	2		
7	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	4		
8	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 200x100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	6		
9	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм Ø160	ГОСТ 19904-74		Россия	м	13		
10	Зонт Ø160	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
<b>B5</b>								
1	Вентилятор канальный	KVKF 200		Systemair	шт	1		
2	Шумоглушитель Ø200	CSA 200/900		Арктос	шт	1		
3	Обратный клапан Ø200	RSK 200		Арктос	шт	1		
4	Гибкая вставка Ø200	DS200		Арктос	шт	2		

## Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Быстросъемный хомут Ø200	MX200		Арктос	шт	2		
6	Огнезадерживающий клапан Ø200	КЛОП Ø200		Арктос	шт	1		
7	Огнезадерживающий клапан 100х200	ОКС-1-(120)-Т3-НО-100х200		Арктос	шт	1		
8	Решетка воздухораспределительная 200х100	AMP		Арктос	шт	8		
9	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 200х100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	17		
10	То же 200х200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	4		
11	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм Ø200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	6		
12	Зонт Ø200	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
<b>В6</b>								
1	Вентилятор канальный	KVKF 160 M		Systemair	шт	1		
2	Шумоглушитель Ø160	CSA 160/900		Арктос	шт	1		
3	Обратный клапан Ø160	RSK 160		Арктос	шт	1		
4	Гибкая вставка Ø160	DS160		Арктос	шт	2		
5	Быстросъемный хомут Ø160	MX160		Арктос	шт	2		
6	Огнезадерживающий клапан Ø160	КЛОП Ø160		Арктос	шт	1		
7	Решетка воздухораспределительная 200х100	AMP		Арктос	шт	4		
8	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм 200х100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	6		
9	Воздуховод из листовой оцинкованной стали δ=0,5 мм Ø160	ГОСТ 19904-74		Россия	м	5		
10	Зонт Ø160	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
<b>В7</b>								
1	Вытяжная установка (комплектно)	PR160		Wesper	шт	1		
2	Огнезадерживающий клапан 600х400	ОКС-1-(120)-Т3-НО-600х400		Арктос	шт	1		

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	То же 600х300	ОКС-1-(120)-ТЗ-НО-600х300		Арктос	шт	2		
4	Дроссель- клапан 200х200	ДК 200х200		ЭкоВоздух	шт	7		
5	То же 250х200	ДК 250х200		ЭкоВоздух	шт	6		
6	То же 300х200	ДК 300х200		ЭкоВоздух	шт	3		
7	Зонт приточно-вытяжной с лабиринтовым фильтром	ЗПВП-1013		Gastrotehnika	шт	8		
8	То же	ЗПВП-1010		Gastrotehnika	шт	1		
9	То же	ЗПВП-910		Gastrotehnika	шт	1		
10	Зонт вытяжной	ЗВП-1214		Gastrotehnika	шт	1		
11	То же	ЗВП-1012		Gastrotehnika	шт	1		
12	То же	ЗВП-1010		Gastrotehnika	шт	1		
13	То же	ЗВП-814		Gastrotehnika	шт	3		
14	Электропривод клапана	DA2/F S		PolarBear	шт	1		
15	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200х200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	6		
16	То же 250х200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	8		
17	То же $\delta=0,7$ мм 300х200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	14		
18	То же 400х200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	12		
19	То же 500х200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	2		
20	То же 500х250	ГОСТ 19904-74		Россия	м	2		
21	То же 600х200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	4		
22	То же 600х300	ГОСТ 19904-74		Россия	м	14		
23	То же 600х400	ГОСТ 19904-74		Россия	м	14		
24	То же 1000х800	ГОСТ 19904-74		Россия	м	2		
<b>В8</b>								
1	Вытяжная установка (комплектно)	PR 160		Wesper	шт	1		
2	Огнезадерживающий клапан 1000х300	ОКС-1-(120)-ТЗ-НО-1000х300		Арктос	шт	2		

## Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	То же 500x200	ОКС-1-(120)-Т3-НО-500x200		Арктос	шт	2		
4	То же 250x200	ОКС-1-(120)-Т3-НО-250x200		Арктос	шт	1		
5	Дроссель-клапан 200x200	ДК 200x200		ЭкоВоздух	шт	14		
6	То же 250x200	ДК 250x200		ЭкоВоздух	шт	4		
7	Зонт вытяжной	ЗВП-720		Gastrotehnika	шт	1		
8	То же	ЗВП-708		Gastrotehnika	шт	6		
9	То же	ЗВП-714		Gastrotehnika	шт	5		
10	То же	ЗВП-716		Gastrotehnika	шт	2		
11	То же	ЗВП-917		Gastrotehnika	шт	4		
12	Электропривод клапана	DA2 S		PolarBear	шт	1		
13	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	52		
14	То же 250x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	23		
15	То же $\delta=0,7$ мм 300x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	33		
16	То же 400x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	20		
17	То же 500x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	21		
18	То же 600x250	ГОСТ 19904-74		Россия	м	5		
19	То же 1000x300	ГОСТ 19904-74		Россия	м	7		
20	То же 1000x600	ГОСТ 19904-74		Россия	м	4		
<b>В9</b>								
1	Вытяжная установка (комплектно)	PR 060		Wesper	шт	1		
2	Огнезадерживающий клапан 400x400	ОКС-1-(120)-Т3-НО-400x400		Арктос	шт	2		
3	То же 250x200	ОКС-1-(120)-Т3-НО-250x200		Арктос	шт	2		
4	Электропривод клапана	DA2 S		PolarBear	шт	1		
5	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	16		

## Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	Решетка воздухораспределительная 300x150	AMP		Арктос	шт	6		
7	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	5		
8	То же 250x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	21		
9	То же $\delta=0,7$ мм 300x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	8		
10	То же 400x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	6		
11	То же 500x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	24		
12	То же 400x400	ГОСТ 19904-74		Россия	м	5		
13	То же 600x400	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
14	То же 700x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
<b>B10</b>								
1	Вентилятор канальный	KVKF 250 L		Systemair	шт	1		
2	Шумоглушитель $\varnothing 250$	CSA250/900		Арктос	шт	1		
3	Обратный клапан $\varnothing 250$	RSK 250		Арктос	шт	1		
4	Гибкая вставка $\varnothing 250$	DS250		Арктос	шт	2		
5	Быстросъемный хомут $\varnothing 250$	MX250		Арктос	шт	2		
6	Огнезадерживающий клапан 300x200	ОКС-1-(120)-Т3- НО-300x200		Арктос	шт	2		
7	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	6		
8	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x150	ГОСТ 19904-74		Россия	м	7		
9	То же 200x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	19		
10	То же $\delta=0,7$ мм 300x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	15		
11	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,6$ мм $\varnothing 250$	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
<b>B11</b>								
1	Вентилятор канальный	RSI 70-40 L1		Systemair	шт	1		

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Шумоглушитель 700x400	CSA700x400/1000		Арктос	шт	1		
3	Обратный клапан 700x400	RSK 700x400		Арктос	шт	1		
4	Гибкая вставка 700x400	DS 70-40		Арктос	шт	2		
5	Быстросъемный хомут 700x400	MX700x400		Арктос	шт	2		
6	Дроссель-клапан 200x100	ДК 200x100		ЭкоВоздух	шт	1		
7	То же 250x200	ДК 250x200		ЭкоВоздух	шт	1		
8	Огнезадерживающий клапан 400x200	ОКС-1-(120)-Т3-НО-400x200		Арктос	шт	1		
9	То же 500x300	ОКС-1-(120)-Т3-НО-500x300		Арктос	шт	1		
10	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	11		
11	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	32		
12	То же 200x150	ГОСТ 19904-74		Россия	м	16		
13	То же 200x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	17		
14	То же $\delta=0,7$ мм 300x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
15	То же 400x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	5		
16	То же 500x300	ГОСТ 19904-74		Россия	м	5		
<b>В12</b>								
1	Вентилятор канальный	KVKF 250 L		Systemair	шт	1		
2	Шумоглушитель Ø250	CSA 250/900		Арктос	шт	1		
3	Обратный клапан Ø250	RSK 250		Арктос	шт	1		
4	Гибкая вставка Ø250	DS250		Арктос	шт	2		
5	Быстросъемный хомут Ø250	MX250		Арктос	шт	2		
6	Дроссель- клапан 200x200	ДК 200x200		ЭкоВоздух	шт	2		
7	Огнезадерживающий клапан 200x200	ОКС-1-(120)-Т3-НО-200x200		Арктос	шт	1		



## Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	23		
9	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,6$ мм Ø250	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
<b>В13</b>								
1	Вентилятор канальный	KVKF 200		Systemair	шт	1		
2	Шумоглушитель Ø200	CSA 200/900		Арктос	шт	1		
3	Обратный клапан Ø200	RSK 200		Арктос	шт	1		
4	Гибкая вставка Ø200	DS200		Арктос	шт	2		
5	Быстросъемный хомут Ø200	MX200		Арктос	шт	2		
6	Огнезадерживающий клапан 200x200	ОКС-1-(120)-Т3- НО-200x200		Арктос	шт	1		
7	Решетка воздухораспределительная 200x100	AMP		Арктос	шт	3		
8	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	23		
9	То же 200x200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	6		
10	То же Ø200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
<b>В14</b>								
1	Бытовой вентилятор	IN 10/4		Systemair	шт	1		
2	Наружная решетка Ø100	DSAV Ø100		Арктос	шт	1		
3	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм Ø100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	3		
<b>ВЕ1</b>								
1	Решетка 200x100	AMH		Арктос	шт	1		
2	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200x100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	10		

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Огнезадерживающий клапан 200х100	ОКС-1-(120)-ТЗ- НО-200х100		Арктос	шт	3		
4	Зонт 200х100	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
<b>ВЕ2</b>								
1	Решетка 200х200	АМН		Арктос	шт	1		
2	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200х200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	10		
3	Огнезадерживающий клапан 200х200	ОКС-1-(120)-ТЗ- НО-200х200		Арктос	шт	3		
4	Зонт 200х200	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
<b>ВЕ3</b>								
1	Решетка 200х100	АМН		Арктос	шт	1		
2	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 250х250	ГОСТ 19904-74		Россия	м	5		
3	Огнезадерживающий клапан 250х250	ОКС-1-(120)-ТЗ- НО-250х250		Арктос	шт	2		
4	Зонт 250х250	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
<b>ВЕ4</b>								
1	Решетка 200х100	АМН		Арктос	шт	2		
2	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200х100	ГОСТ 19904-74		Россия	м	4		
3	Огнезадерживающий клапан 200х100	ОКС-1-(120)-ТЗ- НО-200х100		Арктос	шт	2		
4	Зонт 200х100	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
<b>ВЕ5</b>								
1	Решетка 200х100	АМН		Арктос	шт	1		

Окончание								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200х200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	4		
3	Огнезадерживающий клапан 200х200	ОКС-1-(120)-Т3-НО-200х200		Арктос	шт	2		
4	Зонт 200х200	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
BE6								
1	Решетка 200х100	АМН		Арктос	шт	1		
2	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200х200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	7		
3	Огнезадерживающий клапан 200х200	ОКС-1-(120)-Т3-НО-200х200		Арктос	шт	2		
4	Зонт 200х200	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
BE7								
1	Решетка 200х100	АМН		Арктос	шт	1		
2	Воздуховод из листовой оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм 200х200	ГОСТ 19904-74		Россия	м	4		
3	Огнезадерживающий клапан 200х200	ОКС-1-(120)-Т3-НО-200х200		Арктос	шт	1		
4	Зонт 200х200	Серия 5.904-45		Россия	шт	1		
У1								
1	Воздушно-тепловая завеса 10кВт	АС 210		Frico	шт	4		
У2								
1	Воздушно-тепловая завеса 3кВт	АС 203С		Frico	шт	1		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Стандарты

1. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование /Минстрой России. - М. : ГП ЦПП, 1994-66с.
2. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий /Госстрой России.- М.: ГП ЦПП, 2004-56с.
3. СНиП 2.01.01.82. Строительная климатология и геофизика. М.: Стройиздат, 1983-136с.
4. СНиП 2.08.01 - 89\*. Жилые здания /Минстрой России.- М.: ГП ЦПП, 1995 -17с.
5. СНиП 2.08.02-89\*. Общественные здания и сооружения /Минстрой России.- М.:ГПЦПП, 1996-41с.

### Свод правил по строительству

6. СП 40-101-96. Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена "Рандом сополимер" /Минстрой России. - М.: ГП ЦПП, 1997 - 23с.
7. Пособие 2.91 к СНиП 2.04.05-91. Расчет поступлений теплоты солнечной радиации в помещения/ Простройпроект. - М.: 1993 - 42с.

### Книги

8. Ю.Л. Липовка. Отопление: учеб. пособие/Ю.Л. Липовка. – Красноярск: Сибирский федеральный университет; Ин-т архитектуры и стр-ва, 2007-137с.
9. Г.В. Русланов. Справочник проектирование. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий/ Г.В. Русланов, М.Я. Розкин, Э.Л. Ямпольский. – Киев: Будівельник, 1983. -272с.
10. И.Г. Староверов. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства.4.1. Отопление/ Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И. Шиллера. - М.:Стройиздат,1990-344с.
11. И.Г.Староверов. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.П. Вентиляция и кондиционирование воздуха/ Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И.Шиллера. - М.: Стройиздат, 1990-370с.
12. А.Н. Сканапи. Отопление. Учебник для вузов/ Сканапи А.Н., Махов Л.М. – М.: Издательство АСВ, 2002-576с.: ил.
13. В.П. Титов. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий. Учеб. пособие для вузов / В.П.Титов и др.М.:Стройиздат,1985-208с.
14. Л.Г. Дикман. Организация жилищно-гражданского строительства. Стройиздат, 1990. - 495с. - (Справочник строителя).
15. Каталоги фирм – производителей оборудования.
16. СТО 4.2-07-2012. Стандарт организации. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности. СФУ.



## **4. Технология возведения инженерных систем**

### **4.1 Подготовительные работы перед монтажом системы вентиляции**

В системах вентиляции воздуха используются вентиляторы, приточные камеры, воздушные завесы, воздухонагреватели, отопительно-вентиляционные агрегаты, оборудование для очистки воздуха, воздуховоды и фасонные части к ним, вентиляционные детали, прокладочные и вспомогательные материалы.

Монтажно-сборочные работы по системам вентиляции воздуха включают в себя следующие основные последовательно вспомогательные процессы: подготовку объекта к монтажу указанных систем; приём и складирование воздуховодов и оборудования, комплектование воздуховодов, фасонных частей и вентиляционных деталей; подбор и комплектование вентиляционного оборудования, а при необходимости проведение предмонтажной ревизии оборудования; сборку узлов; доставку узлов, деталей и элементов к месту монтажа; установку средств крепления; монтаж оборудования; укрупнительную сборку оборудования; монтаж магистральных (вертикальных, горизонтальных и наклонных) воздуховодов; монтаж опусков и деталей систем; изготовление и монтаж подмеров; обкатку смонтированного оборудования; наладку и регулирование систем; сдачу систем в эксплуатацию.

К моменту начала монтажа систем вентиляции воздуха должны быть выполнены следующие общестроительные работы: устройство перекрытий, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов и установки вентиляционного оборудования; устройство фундаментов и других опорных конструкций для присоединения к ним деталей воздуховодов, герметических дверей, унифицированных воздушных заслонок и других деталей вентиляционных систем; устройство монтажных проёмов и выносных площадок для подачи крупногабаритных деталей и вентиляционного оборудования к месту монтажа; пробивка отверстий для прохода воздуховодов через междуэтажные перекрытия, кровлю, стены, и перегородки в тех случаях, когда отверстия не были оставлены при возведении здания; оштукатуривание потолков, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов, установки решеток и других воздухораспределительных устройств; устройство вентиляционных каналов в строительном оформлении; нанесение отметок чистого пола на колоннах, перегородках и стенах; остекление окон и фонарей и установка наружных дверей и ворот. Указанные работы должны быть выполнены на отдельных захватках или на всём объекте. Их готовность оформляется двусторонним актом.

После приёмки объекта под монтаж уточняется совмещённый график производства работ с возможной корректировкой сроков выполнения строительных, электромонтажных, санитарно-технических и других смежных работ, завозятся вентиляционные заготовки и детали, принимается в монтаж по акту вентиляционное оборудование, завозится ручной инструмент, средства малой механизации, инвентарь и приспособления, заказываются механизмы и согласовываются методы крепления такелажных устройств к конструкциям здания.

#### **4.2 Подготовительные работы перед монтажом системы отопления**

При подготовке объекта к монтажу необходимо разметить места установки нагревательных приборов, места прохода трубопроводов и места установки насосов и узлов управления.

При приёмке строительного объекта под монтаж особое внимание обращают на готовность фундаментов под насосы; на соответствие отверстий и борозд для прокладки трубопроводов заданным проектным величинам или рекомендациям СНиПа; на отделку ниш и поверхности стен за нагревательными приборами.

При разметке и прокладке трубопроводов и нагревательных элементов систем отопления следует соблюдать уклоны и предельно допустимые отклонения при монтажных работах. Вертикальные трубопроводы не должны отклоняться от вертикали больше чем на 2 мм на 1 м длины трубопровода.

Расстояние от поверхности штукатурки или облицовки до оси неизолированных трубопроводов при открытой прокладке должно составлять при диаметре труб до 32 мм от 35 до 55 мм, а при диаметре 40...50 мм - от 50 до 60 мм с допустимыми отклонениями  $\pm 5$  мм.

Расстояние между креплениями и опорами для стальных трубопроводов на горизонтальных участках определяется проектом или таблицей 2 СНиП 3.05.01-85. Средства крепления стояков из стальных труб в жилых и общественных зданиях при высоте этажа 3 м устанавливаются на половине высоты этажа. Средства крепления стояков в производственных зданиях устанавливаются через 3 м. Подводки к отопительным приборам при длине более 500 мм также должны иметь крепления.

Трубопроводы, нагревательные приборы и калориферы при температуре теплоносителя выше 378К (105°C) устанавливаются на расстоянии не менее 100 мм от сгораемых конструкций, если они не имеют тепловую изоляцию.

В местах пересечения трубопроводов с перекрытиями, стенами и перегородками устанавливают гильзы заподлицо с поверхностями стен и перегородок и выше на 20 - 30 мм отметки чистого пола. Зазор между гильзой и трубой, обеспечивающей свободное перемещение трубы при

изменении температуры теплоносителя, заполняется согласно проектным решениям в зависимости от температуры теплоносителя.

Уклоны магистральных трубопроводов пара, воды и конденсата определяются рабочей документацией или рабочим проектом, но должны быть не менее 0,002, а паропровод, имеющий уклон против движения пара, не менее 0,006. Уклоны подводов к нагревательным приборам выполняются по ходу движения теплоносителя в пределах от 5-10 мм на всю длину подводки. При длине подводки менее 500 м она может быть смонтирована горизонтально.

Разметка мест установки нагревательных приборов и креплений указанных приборов производится согласно рабочей документации с обеспечением удаления воздуха и спуска теплоносителя из системы отопления. Места расположения отверстий под кронштейны или другие виды креплений размечаются с помощью шаблонов после штукатурки мест установки нагревательных приборов.

Средства крепления трубопроводов и нагревательных приборов устанавливаются на дюбелях с применением строительно-монтажного пистолета. Применение деревянных пробок для заделки кронштейнов не допускается.

#### **4.3 Последовательность монтажа системы отопления**

Горизонтальные ветки системы отопления по этажам приняты из стальных водогазопроводных оцинкованных труб и прокладываются в подготовке пола, либо в декоративном коробе. Магистральные трубопроводы и главные стояки системы приняты из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75\* и стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 с гидроизоляцией металлизированным алюминиевым покрытием по ГОСТ 9.304-87 и теплоизолируются цилиндрами из стеклянного шпательного волокна типа "URSA",  $\delta=50$  мм с металлизированным покрытием. Неизолированные трубопроводы покрываются масляной краской за 2 раза по ГОСТ 82-92-75.

Удаление воздуха из магистральных трубопроводов систем отопления осуществляется в высших точках автоматическими воздухоотводчиками, установленными на трубопроводах.

При скрытой прокладке трубопроводы воды допускается прокладывать без уклона. Скорость движения воды в них 0,25 м/с.

Отведение воды из трубопроводов горизонтальных ветвей систем отопления в местах установки дренажной арматуры осуществляется при помощи шланга и ручного насоса. Открыто прокладываемый стояк расположить на расстоянии 200 мм от оконного проема.

Клапаны установить таким образом, чтобы направление стрелки на корпусе совпадало с направлением движения среды (теплоносителя).



Уклоны подводов к отопительным приборам выполнить 9 мм на длину подвода в сторону движения теплоносителя.

При установке отопительного прибора под окном его край со стороны стояка не должен выходить за пределы оконного проема. Высота от пола до низа нагревательного прибора в пределах 60-150 мм. Расстояние от стены принимаем не менее 25 мм. Совмещение вертикальных осей симметрии относительно приборов и оконных проемов необязательно.

Алюминиевые радиаторы «Calidor Super» установить на кронштейнах, изготовляемых в соответствии со стандартами. Кронштейны, заделанные в стены или пристрелянные к ней установить под шейки радиаторов.

#### **4.4 Последовательность монтажа воздуховодов систем вентиляции**

Воздуховоды монтировать вне зависимости от наличия технологического оборудования в соответствии с проектными привязками и отметками. Прокладки между фланцами воздуховодов должны выступать внутрь воздуховодов. Прокладки изготовить из ленточной монолитной резины. Болты по фланцам затянуть, все гайки болтов расположить с одной стороны фланца. При установке болтов вертикально гайки расположить с нижней стороны соединения.

Крепления горизонтальных воздуховодов установить на расстоянии при Ø 315, 355 - 4 мм, а при Ø 560, 630, 710, 900 - 3 мм друг от друга. Хомуты должны плотно охватывать воздуховоды.

Крепления растяжек и подвесок непосредственно к фланцам воздуховодов не допускается. Напряжение регулируемых подвесок должно быть равномерным. Свободно подвешиваемые воздуховоды рассчитать путем установки двойных подвесок через две одинарные подвески длине подвески 0,5 м. Воздуховоды укрепить так, что бы их вес не передавался на вентиляционное оборудование. Виброизолирующие гибкие вставки установить непосредственно перед индивидуальными испытаниями. Вентилятор установить на пружинные виброизоляторы.

Зазоры между кромкой переднего диска рабочего колеса и кромкой входного патрубка вентилятора, как в осевом, так и в радиальном направлении не должны превышать 1% диаметра рабочего класса.

Вал вентилятора установить горизонтально, вертикальные стенки не должны иметь перекосов и наклона. Последовательность монтажа проводить согласно СНиП.3.05.02.

Забор воздуха для приточной вентиляции осуществляется на высоте не менее 2 м от уровня земли.

Шахты вытяжной вентиляции выступают над кровлей на высоту 1 м.

Приточный и вытяжной воздух распределяются по помещениям через приточные и вытяжные регулируемые воздухораспределительные решетки, установленные на воздуховодах.

Воздуховоды систем приняты из тонколистовой оцинкованной стали прямоугольного сечения и прокладываются в подвесных потолках.

Приточные воздуховоды систем П1- П4, воздухозаборные воздуховоды и вытяжные воздуховоды, проходящие по помещению после воздушных клапанов теплоизолируются. В качестве изоляции используется пенофол самоклеющийся фольгированный  $\delta=13\text{мм}$ . При монтаже металлических воздуховодов нужно соблюдать следующие основные требования СНиП:

а) воздуховоды необходимо надежно прикреплять к строительным конструкциям здания; не допускается опирание воздуховодов на вентиляционное оборудование;

б) вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от вертикали более чем на 2 мм на 1 метр высоты;

в) воздуховоды, предназначенные для транспортирования увлажненного воздуха, в нижней части не должны иметь продольных швов;

г) разводящие участки воздуховодов, на которых возможно выпадение конденсата из транспортируемого влажного воздуха, монтируют с уклоном 0,01 – 0,015 в сторону дренирующих устройств.

#### **4.5 Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции**

Перед предпусковыми испытаниями проверяют: соответствие проекту и правильность установки вентиляционного оборудования, устройства вентиляционных шахт каналов и монтажа воздуховодов; прочность креплений вентиляционного оборудования, воздуховодов и других устройств и наличие ограждений у ременных передач; правильность установки жалюзийных решёток, клапанов, герметических дверей и наличие фиксирующих приспособлений у регулирующих устройств; выполнение предусмотренных проектом мероприятий по борьбе с шумом.

Установка вентиляции до её испытания должна непрерывно и исправно проработать в течение времени, определяемого по паспорту испытываемого оборудования или по техническим условиям. По результатам обкатки вентиляционного оборудования составляется акт по форме обязательного приложения 1 СНиП 3.05.01-85.

При испытании проверяют: работоспособность системы; соответствие производительности вентилятора проектным данным; равномерность прогрева водонагревателей и распыления воды форсунками; герметичность соединений; соответствие проектным данным объёма воздуха, проходящего через воздухораспределители и воздухозаборные устройства. Особое внимание обращают на соответствие температур и влажности подаваемого в помещение воздуха проектным данным и на его скорость, особенно, если этот воздух поступает на рабочее место.

Величина подсоса и утечек воздуха в системах вентиляции при длине сети до 50 м не должна превышать 10%, а при большей длине сети 15% производительности вентилятора.

После окончания работ по предпусковым испытаниям и регулировке установок составляют приёмочный акт, приложением к которому должны являться следующие документы: исполнительные чертежи с пояснительной запиской и со всеми внесёнными в рабочую документацию изменениями, допущенными при производстве работ, а также документы, подтверждающие изменения; акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приёмки ответственных конструкций; паспорта на оборудование; акты на предпусковые испытания и регулирование вентиляционных установок; паспорта на вентиляционные установки в двух экземплярах по форме обязательного приложения 2 СНиП 3.05.01-85.

Испытание и наладка установок вентиляции на санитарно-гигиенические и технологические требования должны проводиться при полной технологической загрузке вентилируемых помещений и технологического оборудования.

Комплексное опробование систем вентиляции воздуха осуществляется по программе и графику, разработанным заказчиком или по его поручению наладочной организацией и согласованным с генеральным подрядчиком и монтажной организацией.

#### **4.6 Испытание и сдача в эксплуатацию систем отопления**

Приём систем отопления производится в три этапа: наружным осмотром, испытания гидростатическим или манометрическим методом и испытания на тепловой эффект.

При наружном осмотре проверяют исполнительные чертежи и соответствие выполненных работ утверждённому проекту, правильность сборки и прочность крепления труб и отопительных приборов, установка контрольно-измерительных приборов, запорной и регуливающей арматуры, расположения спускных и воздушных кранов, соблюдение уклонов, равномерность прогрева приборов, относительная бесшумность работы насосов и системы в целом, отсутствие течи в резьбовых соединениях, секциях радиаторов, кранах, задвижках и др.

После наружного осмотра проводится испытание по программе, определяемой системой отопления и временем года. Для удобства выявления дефектных мест каждая система испытывается по узлам, а затем в целом. Испытания должны производиться до начала малярных работ.

Испытание систем водяного отопления должно производиться при отключённых источниках теплоносителей и расширительных сосудах гидростатическим методом давления, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа в самой нижней точке системы. Числовое значение давления для испытания вводов в здания и тепловых узлов должно быть согласованно с руководством ТЭЦ.

Паровые и водяные системы считаются выдержавшими испытание гидростатическим методом, если в течение 5 мин нахождения её под пробным давлением падение давления не превысит 0,02 МПа и отсутствуют течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и оборудовании.

Манометрические испытания систем отопления производятся следующим образом: систему заполняют воздухом пробным избыточным давлением 0,15 МПа; при обнаружении дефектов монтажа на слух снижают давление до атмосферного и устраняют дефекты; затем систему заполняют воздухом давлением 0,1 МПа и выдерживают её под пробным давлением в течение 5 мин. Система признаётся выдержавшей испытание, если при нахождении её под пробным давлением падение давления не превысит 0,01 МПа.

При пуске отопления в зимних условиях должна быть предусмотрена возможность быстрого опорожнения его от воды, а также выключения и отключение по частям.

Исправное и эффективное действие систем отопления определяется в результате их семичасовой непрерывной работы с теплоносителем в подающем трубопроводе, температура которого должна соответствовать температуре наружного воздуха, но не менее 50°C, и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

При сдаче систем отопления представляется комплект исполнительных чертежей, все акты приёмки скрытых работ, паспорта оборудования, акты гидравлических испытаний и акты теплового испытания системы.

#### **4.7 Расчет длин воздухопроводов системы В4**

1. Решетка воздухораспределительная АМР
2. Отвод 90° 100х200 мм:  $l_2 = 300$  мм
3. Воздуховод 100х200 мм:  
 $l_3 = 2000 - l_2 - l_{отд.4} = 2000 - 300 - 175 = 1525$  мм
4. Узел 1 - тройник прямой равнопроходной: 200х100/200х100/200х100 мм  
 $l_4 = 200 + 75 + 75 = 350$  мм,
5. Воздуховод с решеткой воздухораспределительной 100х200:  
 $l_5 = 3000 - l_{отд.4} - l_{отд.6} = 3000 - 175 - 175 = 2650$  мм
6. Воздуховод 100х200:  $l_6 = 1000 - l_{отд.4} - l_7 = 1000 - 175 - 300 = 525$  мм

#### **4.8 Инструменты и приспособления для монтажа систем вентиляции и отопления**

В системах вентиляции используются вентиляторы, кондиционеры, приточные камеры, воздушные завесы, отопительно-вентиляционные агрегаты, оборудование очистки воздуха, воздухопроводы и фасонные части к ним, вентиляционные детали, прокладочные и вспомогательные материалы.

Для создания герметичности соединений воздухопроводов применяют различные уплотняющие материалы в виде поролона, монолитной листовой технической и пористой резины, полимерного мастичного жгута ПМЖ-1, полимерного материала ГТРК-2, термоусаживающих уплотняющих манжет, асбестового жгута, асбестового картона, бутепрола, герлена, кислотостойкого прокладочного пластика или кислотостойкой резины и т.д.

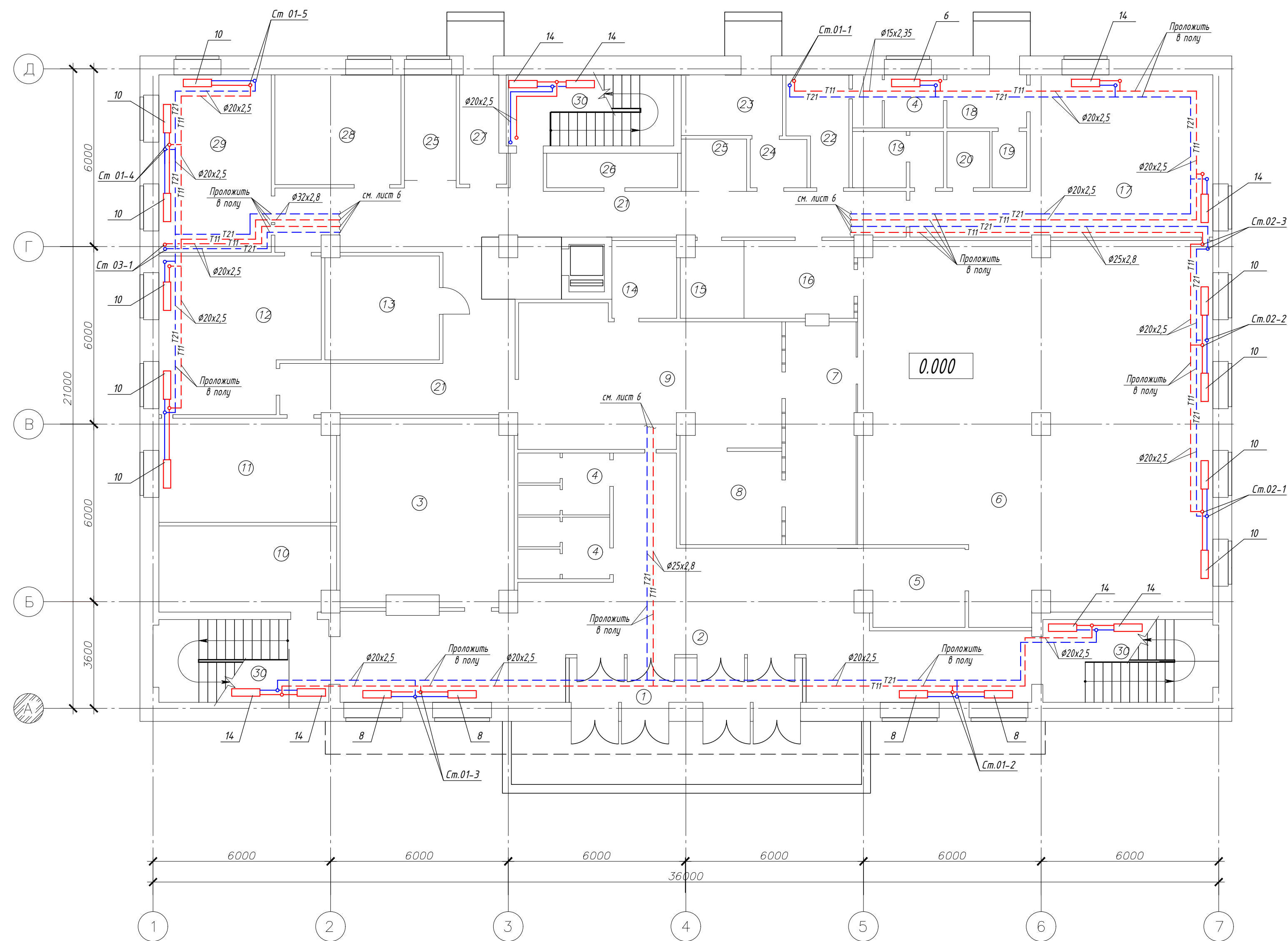
К вспомогательным материалам, используемым для монтажа систем вентиляции воздуха, относятся метизы, электроды, сварочная проволока, лакокрасочные материалы, приводные ремни, смазочные материалы. Их марка определяется монтажным проектом или рабочей документацией.

Для систем центрального отопления применяют в основном стальные лёгкие или обыкновенные водогазопроводные, электросварные и бесшовные трубы.

В качестве уплотнителя для фланцевых соединений при температуре теплоносителя не более 150 °С применяют поранит, толщиной 2-3 мм, или фторопласт 4 мм, а при температуре теплоносителя не более 130 °С - прокладки из термостойкой резины. Для резьбовых соединений в качестве уплотнителя применяют ленту из фторопластового уплотнительного материала или льняную прядь, пропитанную свинцовым суриком или белилами, замешанными на олифе, а также асбестовую прядь вместе с льняной прядью, пропитанные графитом, замешанным на олифе или ленту фторопластового уплотнительного материала.

Сальники у задвижек, вентилях и кранов должны быть при температуре теплоносителя до 100°С хлопчатобумажной, льняной, пеньковой, фторопластовой набивкой, а при паре или воде с температурой более 100° С асбестовой, тальковой, плетеной или фторопластовой набивкой.

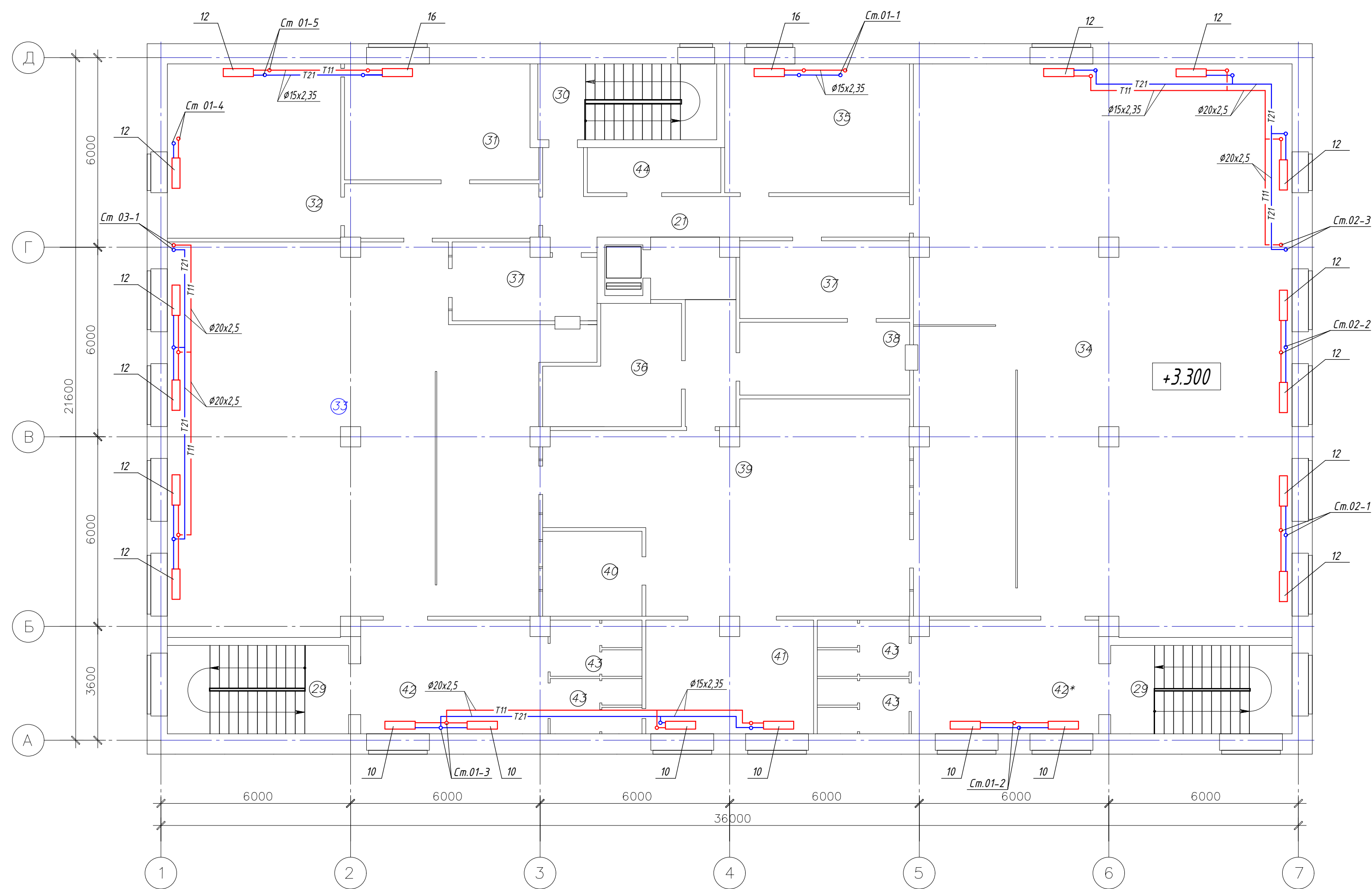
План на отм. 0,000 м



Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование обслуживаемого помещения	F, м²
1	Тандыр	11,8
2	Вестибиль	82,6
3	Гардероб	37,0
4	Санузлы	18,5
5	Тандыр	8,9
6	Банкетный зал на 84 посадочных места	141,6
7	Раздаточная	17,9
8	Холодный цех	10,8
9	Горячий цех	37,7
10	Венткамера	17,1
11	Цех мучных изделий	20,8
12	Общий цех	26,8
13	Кладовая суточного запаса продуктов	13,6
14	Моечная кухонной посуды	5,6
15	Помещение обработки яиц	5,4
16	Моечная столовой посуды	9,4
17	Гардеробная для персонала	40,0
18	Тандыр	4,8
19	Душевые	8,0
20	Бельевая	2,8
21	Коридоры	93,4
22	Кладовая, моечная тары	6,7
23	Охлажденная камера отходов	7,0
24	Моечная	3,1
25	Машинные отделения охлажденных камер	6,2
26	Комната уборочного инвентаря	5,1
27	Загрузочная	5,2
28	Охлажденная камера гастрономии	15,8
29	Мясо-рыбный цех	22,8
30	Лестничные клетки	33,0

План на отм. +3,300 м



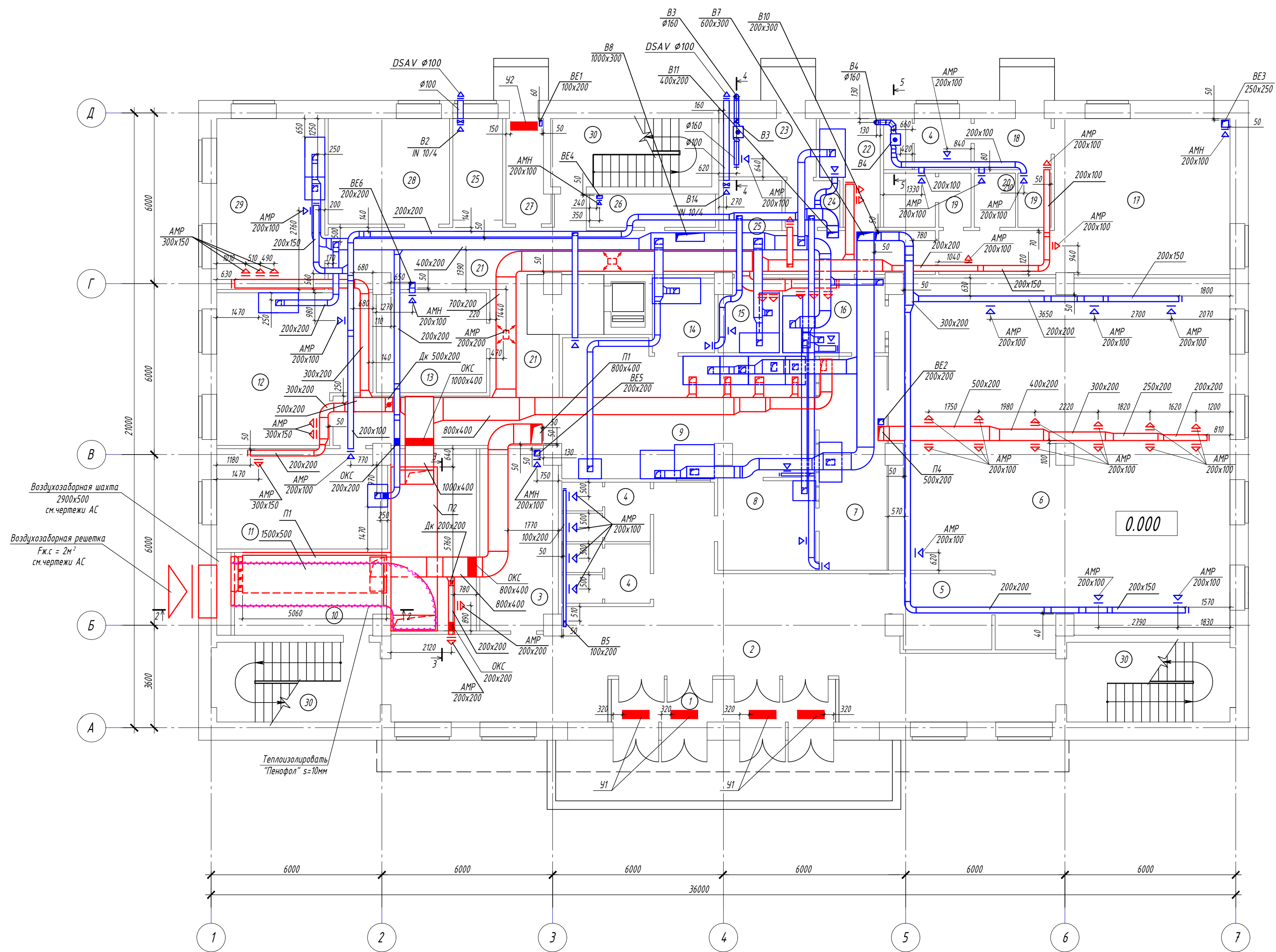
Экспликация помещений		
Номер помещения	Наименование обслуживаемого помещения	F, м²
31	Бухгалтерия	21,8
32	Кабинет руководителя	30,0
33	Банкетный зал 60 посадочных мест	197,2
34	Обеденный зал на 156 посадочных мест	212,6
35	Помещение заведующего производством	23,8
36	Кладовая суточного запаса продуктов	13,5
37	Моечные столовой посуды	23,6
38	Сервизная	12,4
39	Горячий цех	64,0
40	Моечная кухонной посуды	8,5
41	Холодный цех и хлебопекарня	18,8
42	Танбури	42,1
43	Санузлы	20,6
44	Комната уборочного инвентаря	6,0

Изм. № позн. Подпись и дата Взамет инв. №

БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ					
Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт					
Изм.	Коп.	Лист	Надок	Подпись	Дата
Разраб.	Карловский				
Консульт.	Смольников				
Руководит.	Смольников				
Норм.контр.	Смольников				
Зав.каф.	Сакаш Г.В.				
Отопление и вентиляция кафе-столовой ОАО "Красцветмет" в г. Красноярске				Стадия	Лист
План на отм. +3,300 (отопление)				ДП	3
				Листов	9
				Кафедра ИСЗиС	



План на отм. 0,000 м



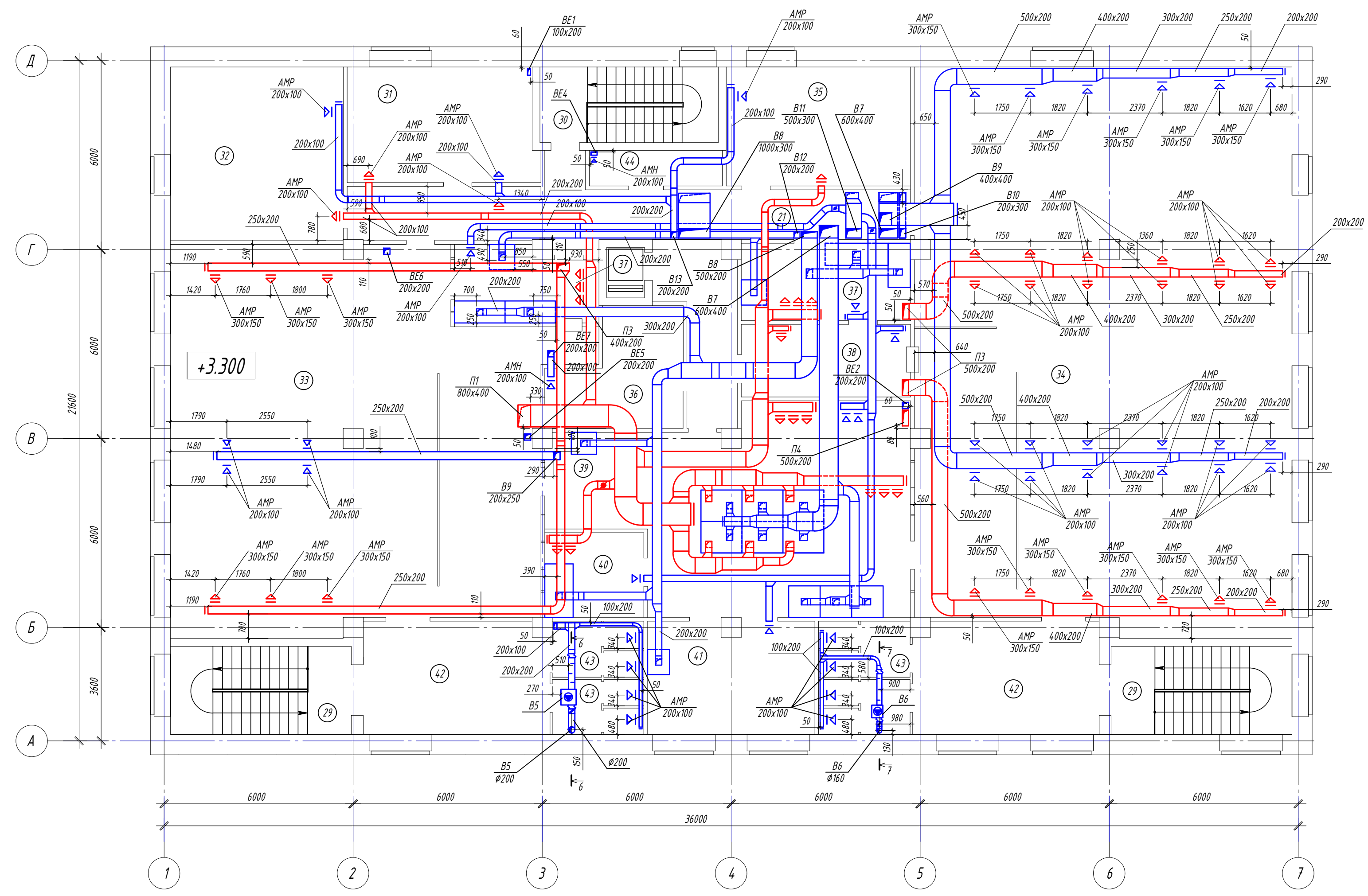
Экспликация помещений		
Номер помещения	Наименование обслуживаемого помещения	F, м²
1	Тандыр	11,8
2	Вестибаль	82,6
3	Гардероб	37,0
4	Санузлы	18,5
5	Тандыр	8,9
6	Банкетный зал на 84 посадочных места	141,6
7	Раздаточная	17,9
8	Холодный цех	10,8
9	Горячий цех	37,7
10	Венткамера	37,0
11	Цех мучных изделий	20,8
12	Овощной цех	26,6
13	Кладовая суточного запаса продуктов	13,6
14	Моечная кухонной посуды	5,6
15	Помещение обработки яиц	5,4
16	Моечная столовой посуды	9,4
17	Гардеробная для персонала	40,0
18	Тандыр	4,8
19	Душевые	8,0
20	Бельевая	2,8
21	Коридоры	93,4
22	Кладовая, моечная тары	6,7
23	Охлаждаемая камера отходов	7,0
24	Моечная	3,1
25	Машинные отделения охлаждаемых камер	6,2
26	Комната уборочного инвентаря	5,1
27	Зарукозочная	5,2
28	Охлаждаемая камера гастрономии	15,8
29	Мясо-рыбный цех	22,8
30	Лестничные клетки	33,0

Примечание

1. Все приточные и вытяжные отверстия затянута мелкоячеистой полимерной сеткой.



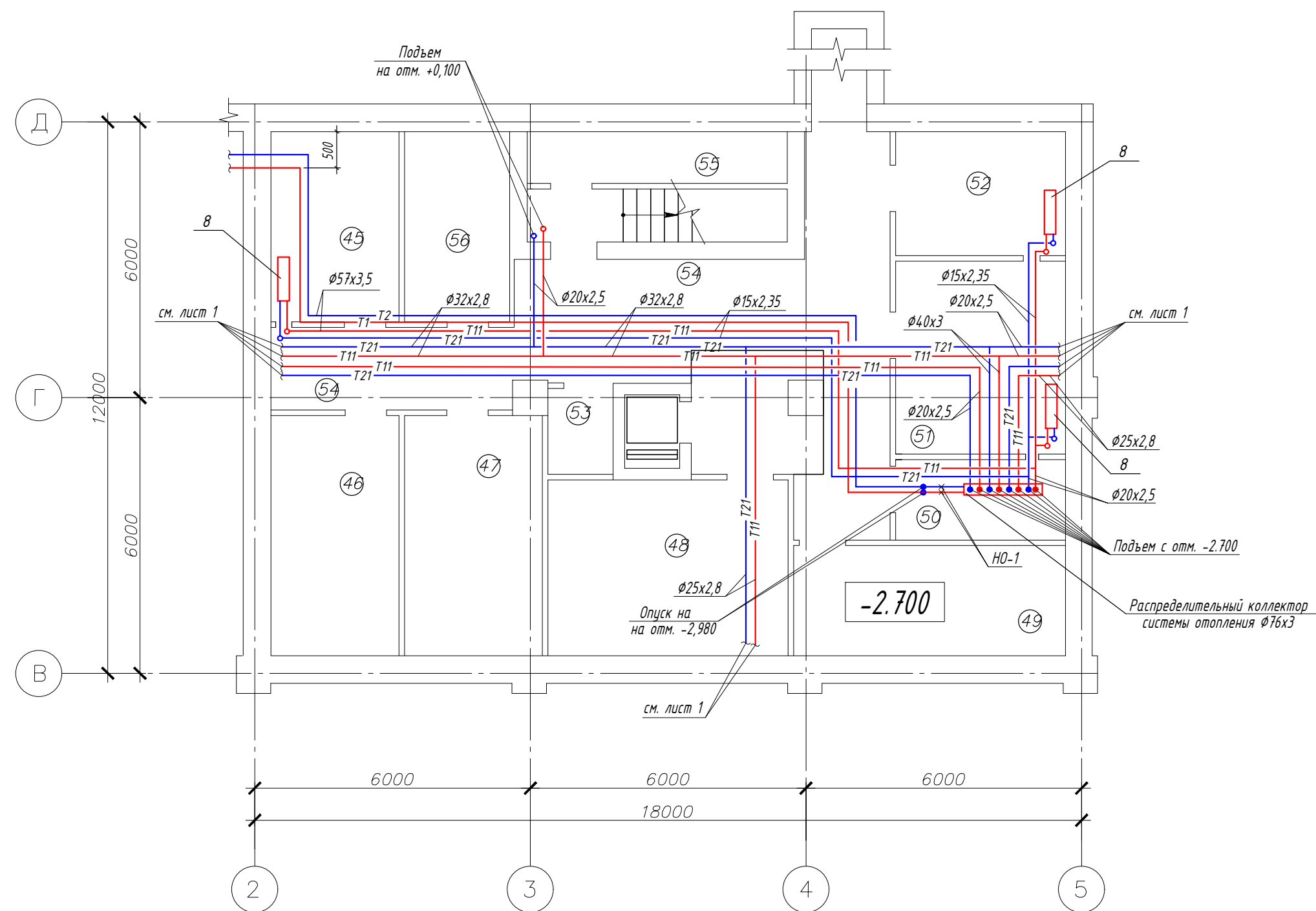
План на отм. +3,300 м



Экспликация помещений		
Номер помещения	Наименование обслуживаемого помещения	F, м2
31	Бухгалтерия	21,8
32	Кабинет руководителя	30,0
33	Банкетный зал 60 посадочных мест	137,2
34	Обеденный зал на 156 посадочных мест	212,6
35	Помещение заведующего производством	23,8
36	Кладовая суточного запаса продуктов	13,5
37	Моечные столовой посуды	23,6
38	Сервизная	12,4
39	Горячий цех	64,0
40	Моечная кухонной посуды	8,5
41	Холодный цех и хлебопекарня	18,8
42	Тамбуры	42,1
43	Санузлы	20,6
44	Комната уборочного инвентаря	6,0

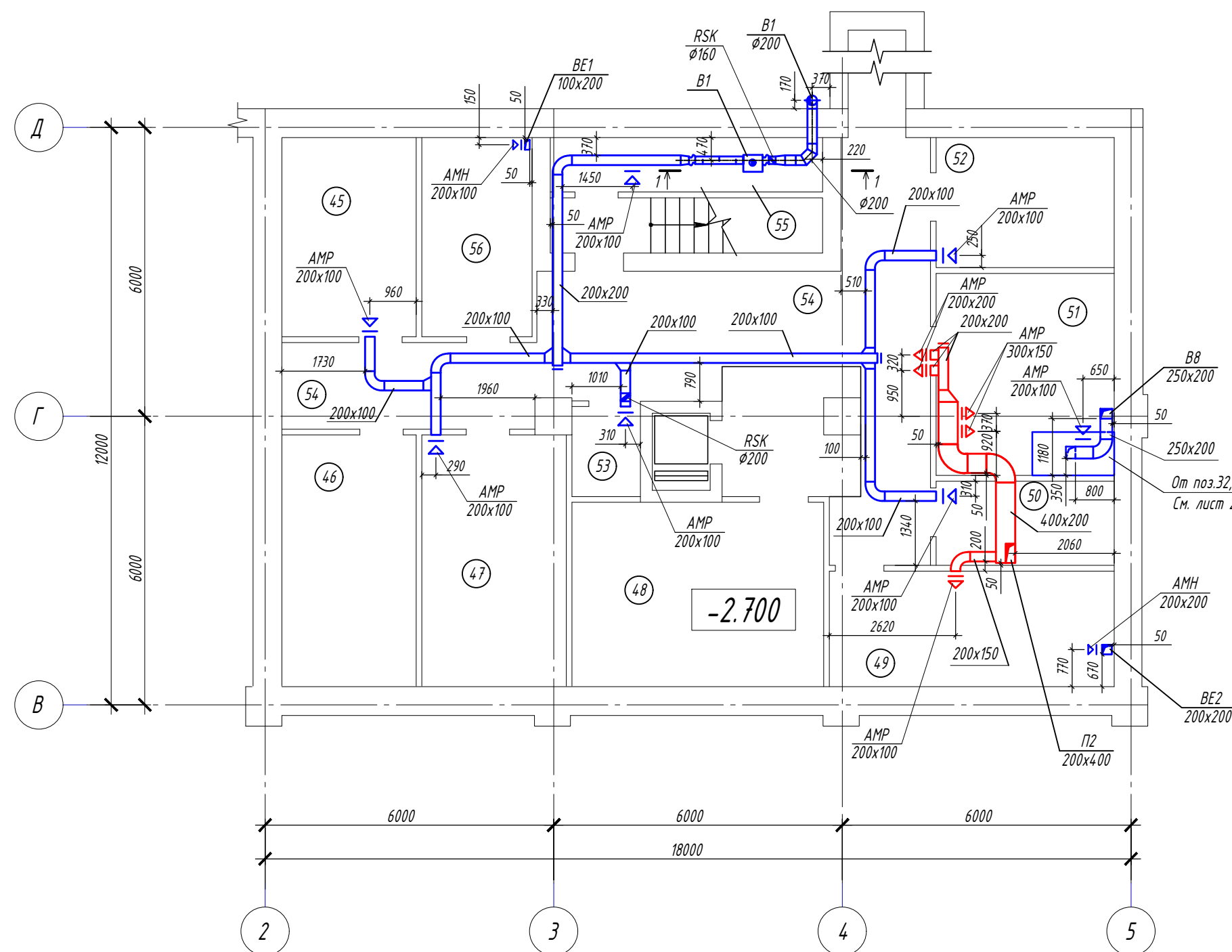
Примечание  
1. Все приточные и вытяжные отверстия затянуть мелкоячеистой полимерной сеткой.  
2. Данный лист читать совместно с листом ОВ-15.

План на отм. -2,700 м



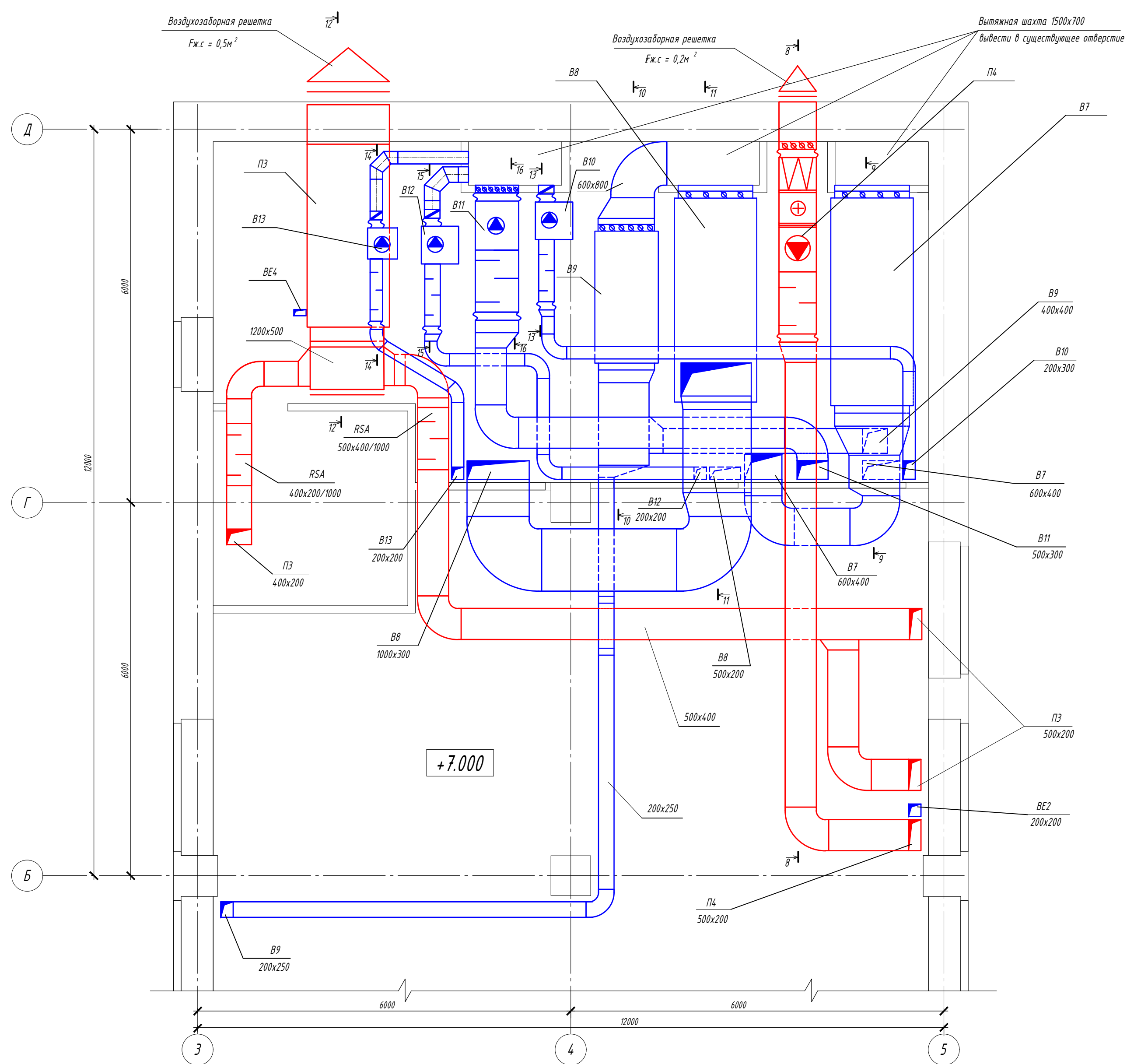
Экспликация помещений		
Номер помещения	Наименование обслуживаемого помещения	F, м <sup>2</sup>
45	Кладовая сухих продуктов	11,6
46	Охлаждаемая камера мясо-рыбы	14,6
47	Машинное отделение	15,7
48	Охлаждаемая камера молочно-жировых продуктов	20,0
49	Охлаждаемая камера овощей и фруктов	14,1
50	Насосная	6,5
51	Первичная обработка овощей	16,0
52	Кладовая овощей	10,0
53	Кладовая моющих и дезинфицирующих средств	2,6
54	Зарядочная	38,8
55	Комната хранения уборочного инвентаря	9,5
56	Электрощитовая	9,5

План на отм. -2,700 м



Экспликация помещений		
Номер помещения	Наименование обслуживаемого помещения	F, м <sup>2</sup>
45	Кладовая сухих продуктов	11,6
46	Охлаждаемая камера мясо-рыбы	14,6
47	Машинное отделение	15,7
48	Охлаждаемая камера молочно-жировых продуктов	20,0
49	Охлаждаемая камера овощей и фруктов	14,1
50	Насосная	6,5
51	Первичная обработка овощей	16,0
52	Кладовая овощей	10,0
53	Кладовая моющих и дезинфицирующих средств	2,6
54	Зарядочная	38,8
55	Комната хранения уборочного инвентаря	9,5
56	Электрощитовая	9,5

План на отм. +7,000 м



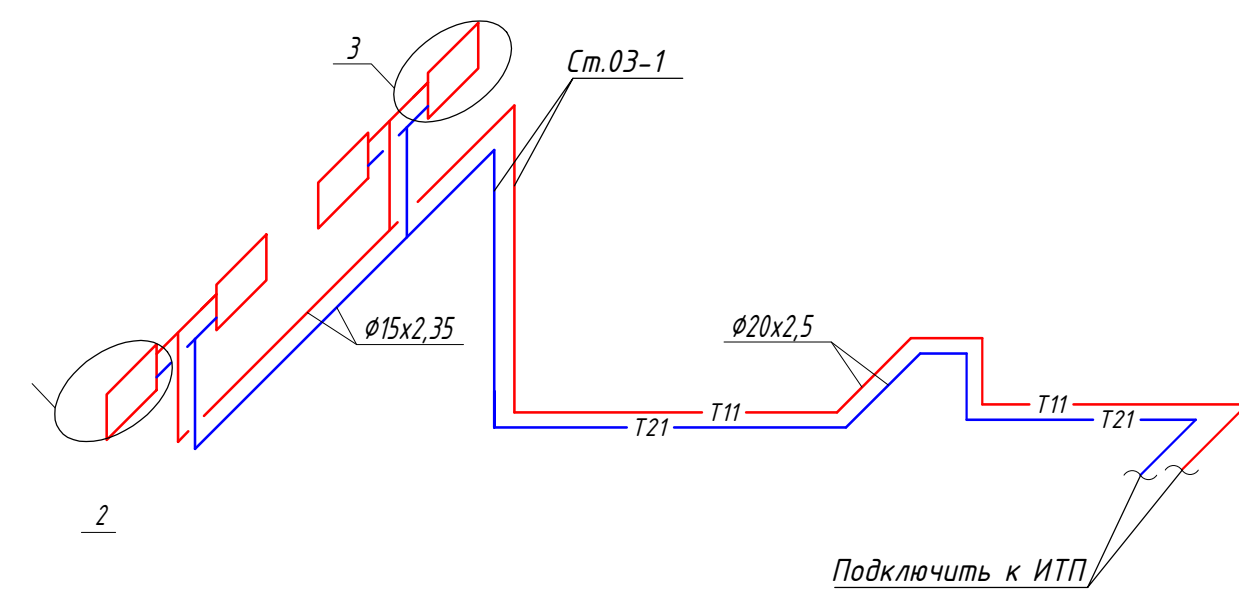
Примечание

Все приточные и вытяжные отверстия затянуть мелкоячеистой полимерной сеткой.

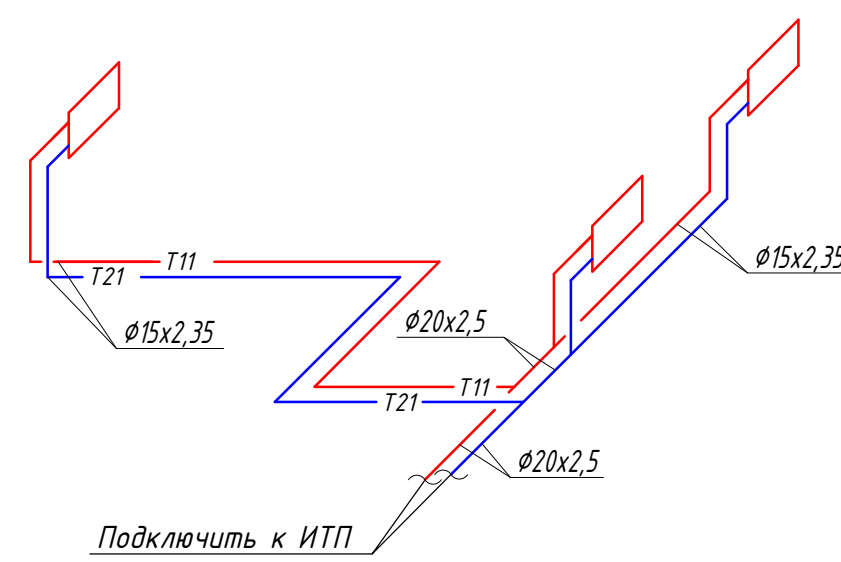
						БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ					
						Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт					
						Отопление и вентиляция кафе-столовой ОАО "Красцветмет" в г. Красноярск					
						План на отм. -2,700 (отопление) план на отм. -2,700 (вентиляция) план на отм. +7,000 (вентиляция)					
						Кафедра ИСЗиС					
Изм.	Коп.	Лист	Надк.	Подпись	Дата						
Разраб.	Карловский										
Консульт.	Смольников										
Руководит.	Смольников										
Норм.контр.	Смольников										
Зав.каф.	Сакаш Г.В.										



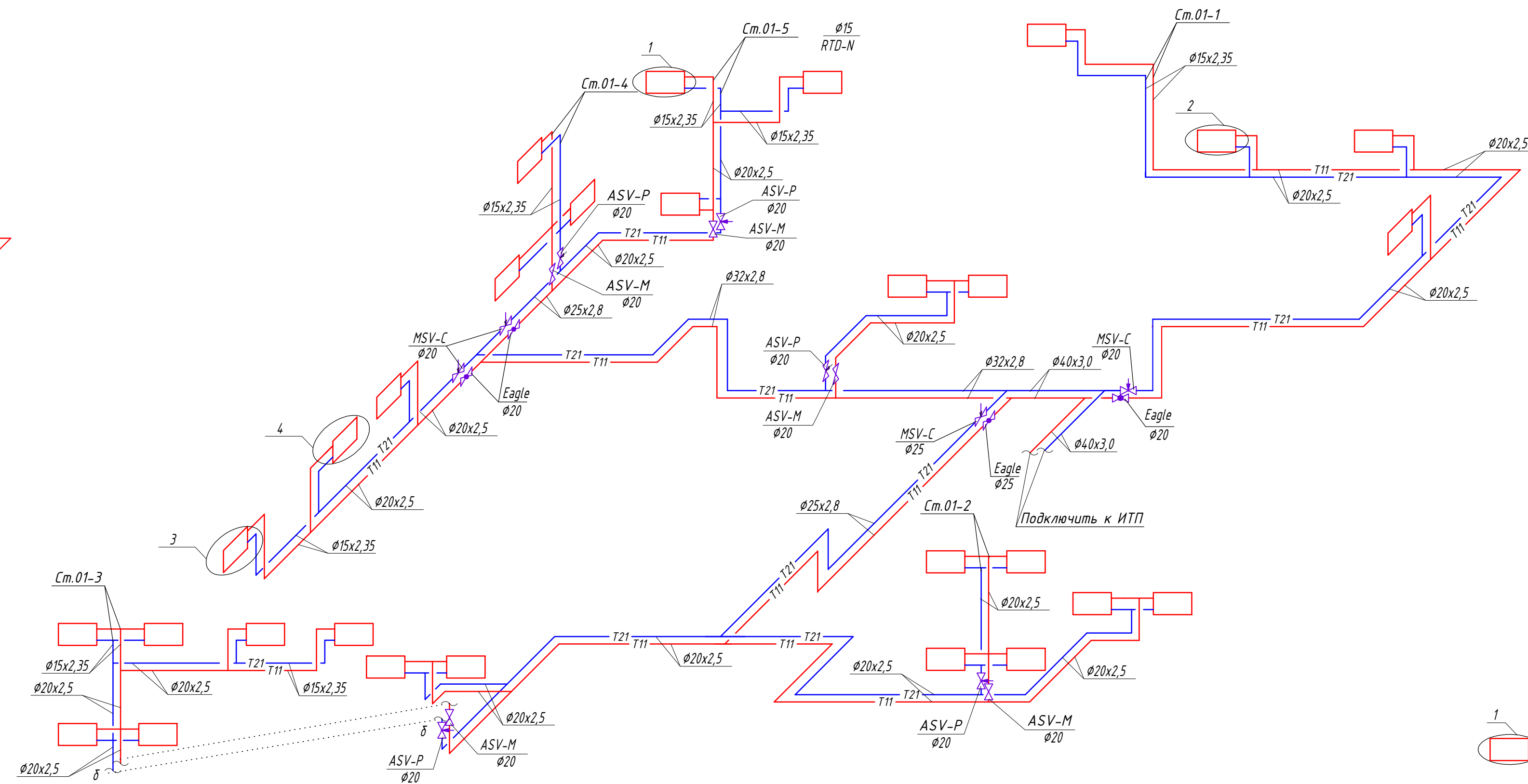
система 03



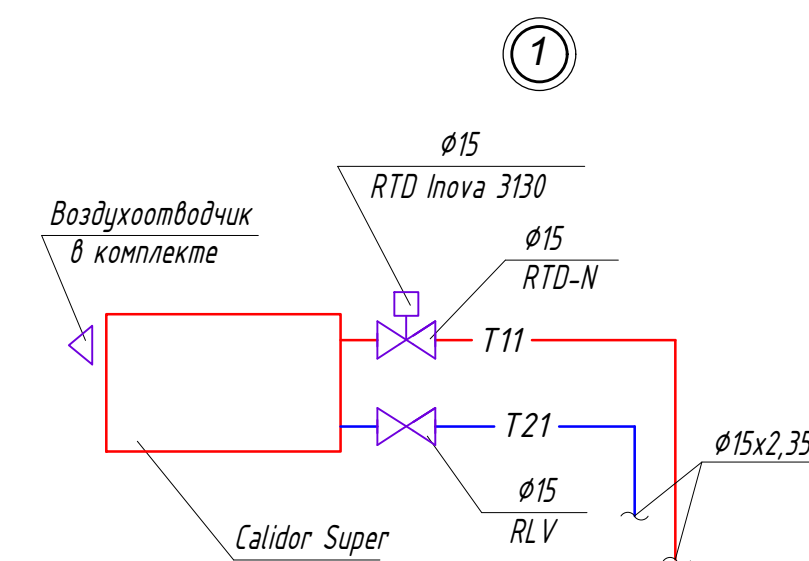
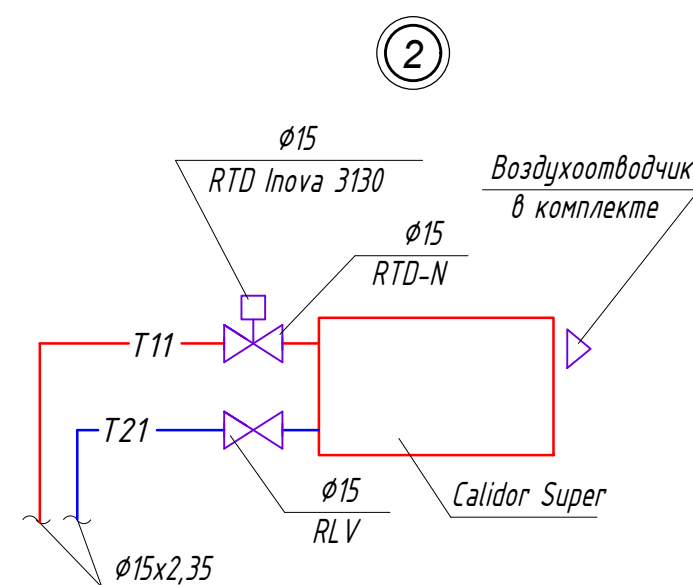
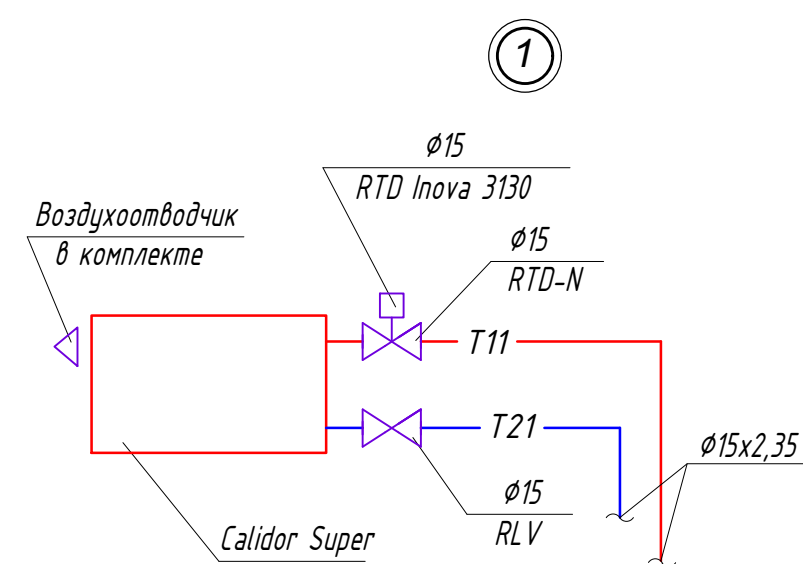
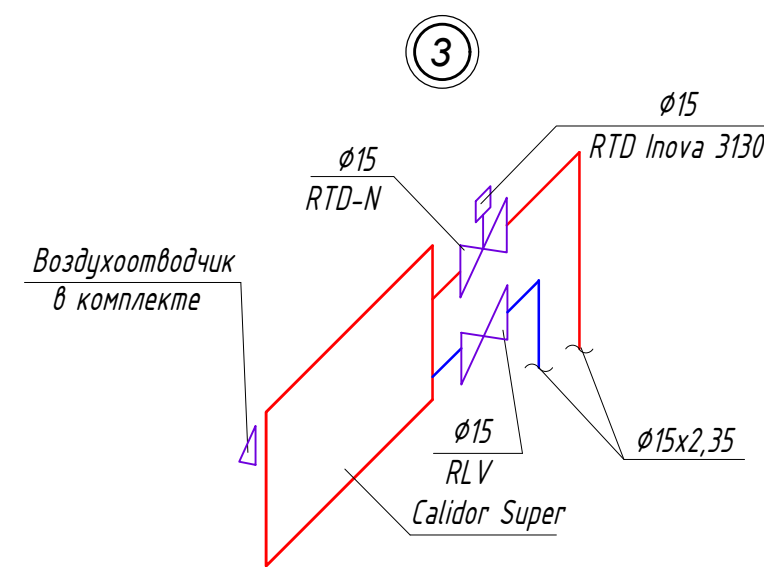
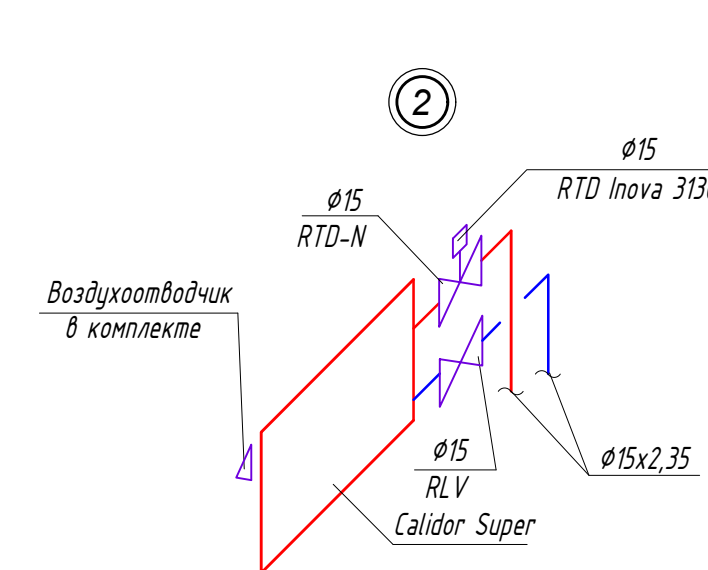
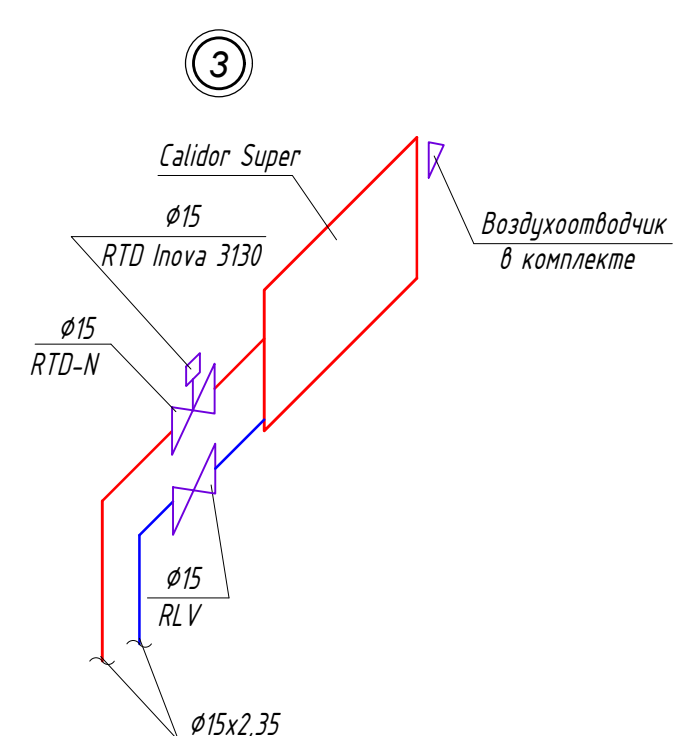
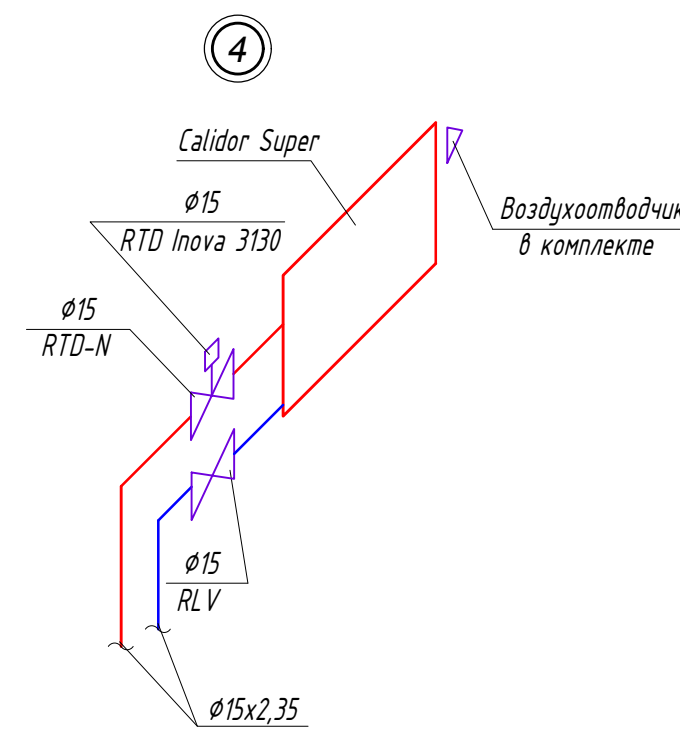
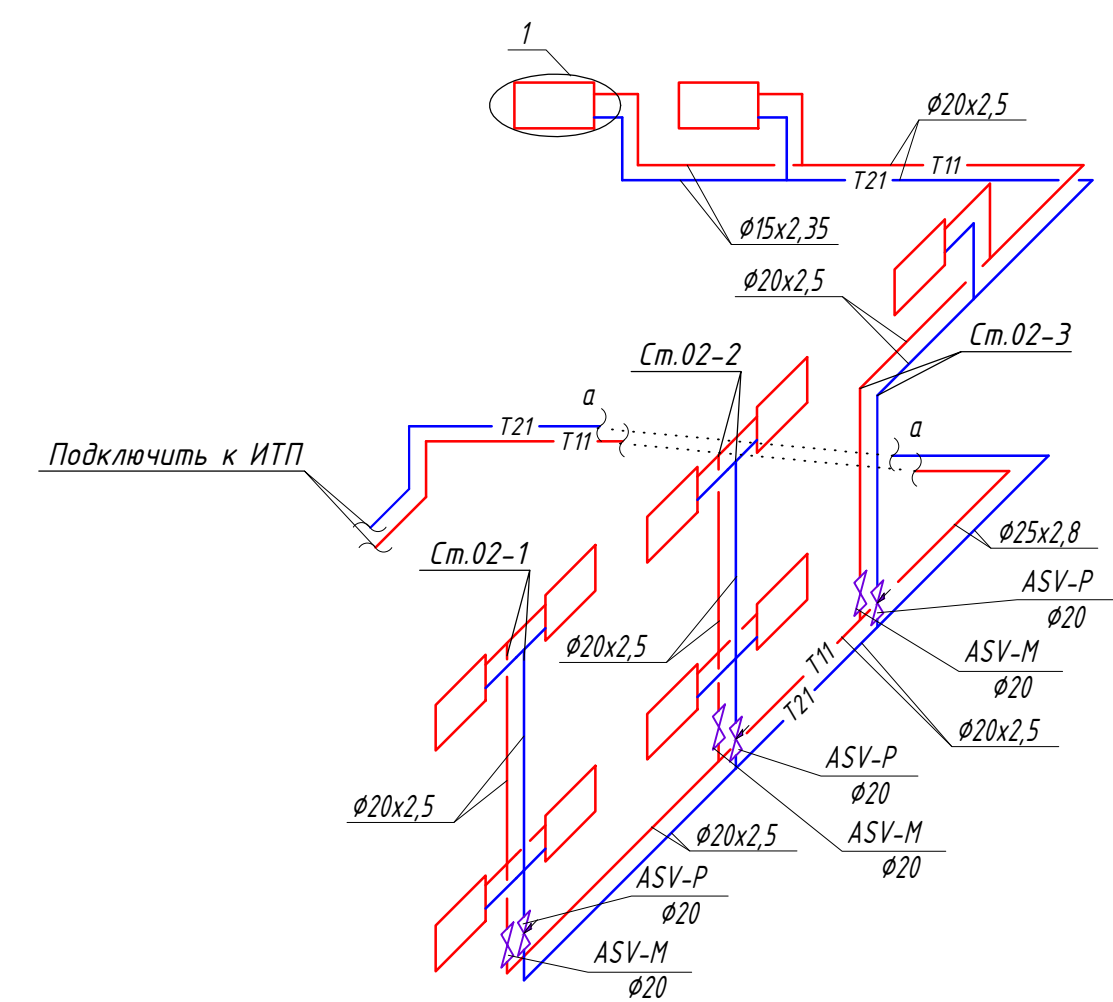
система 04



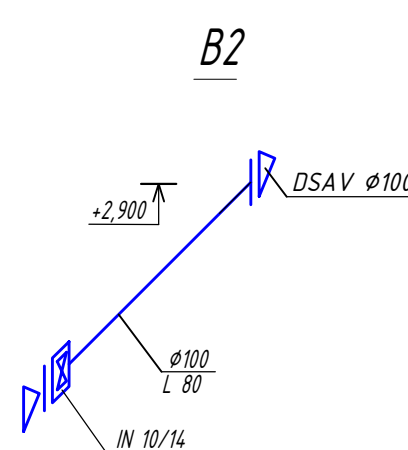
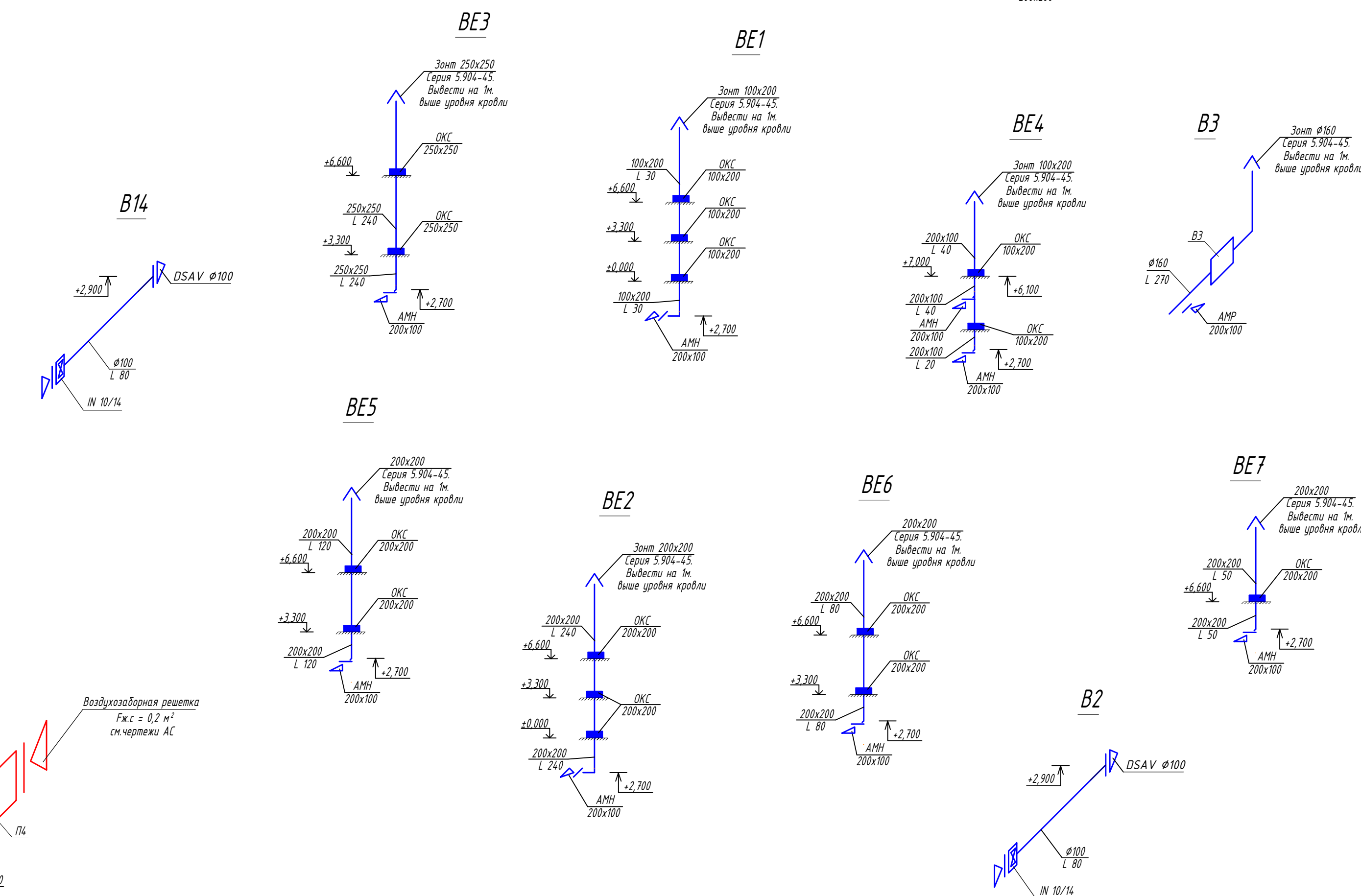
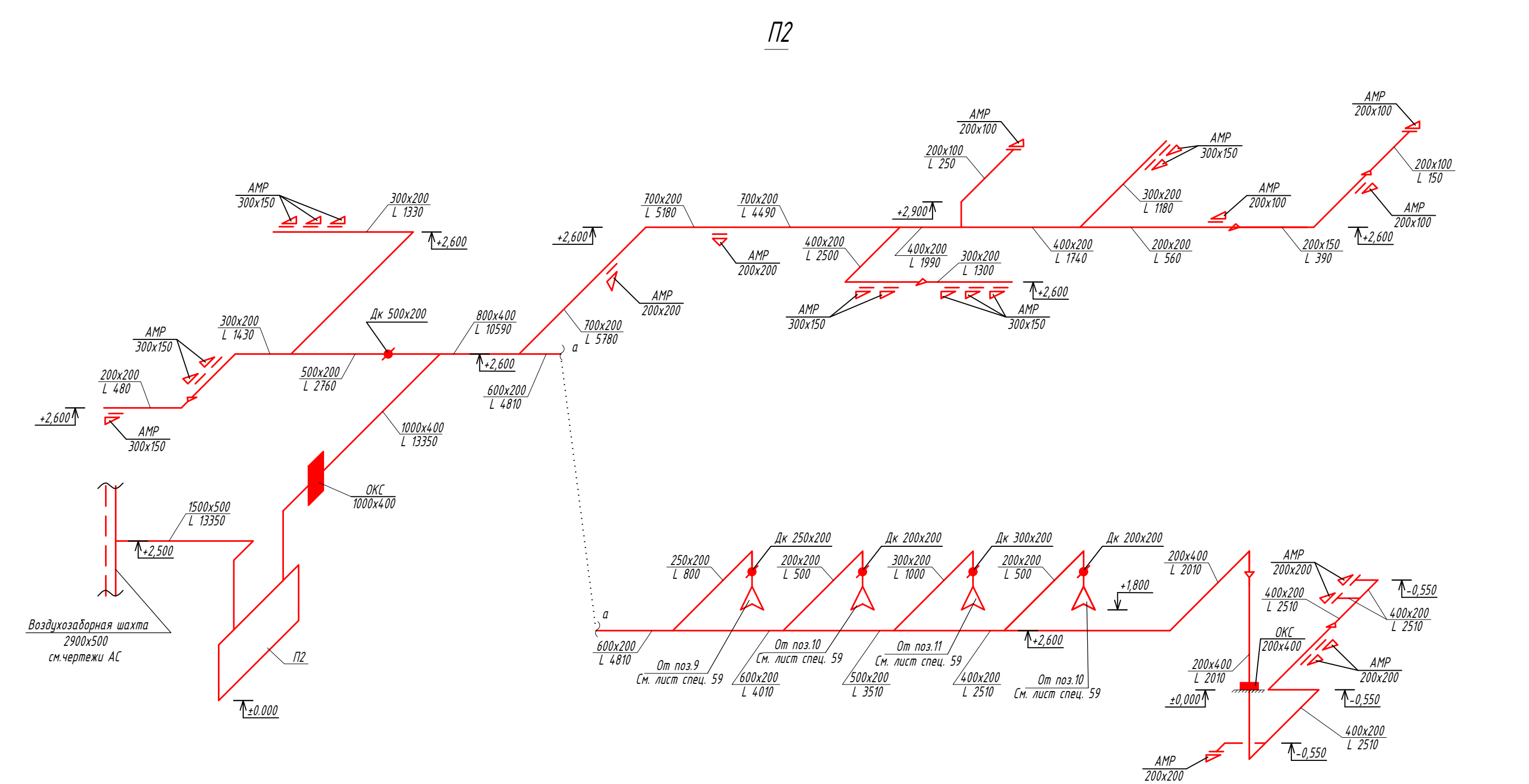
система 01



система 02

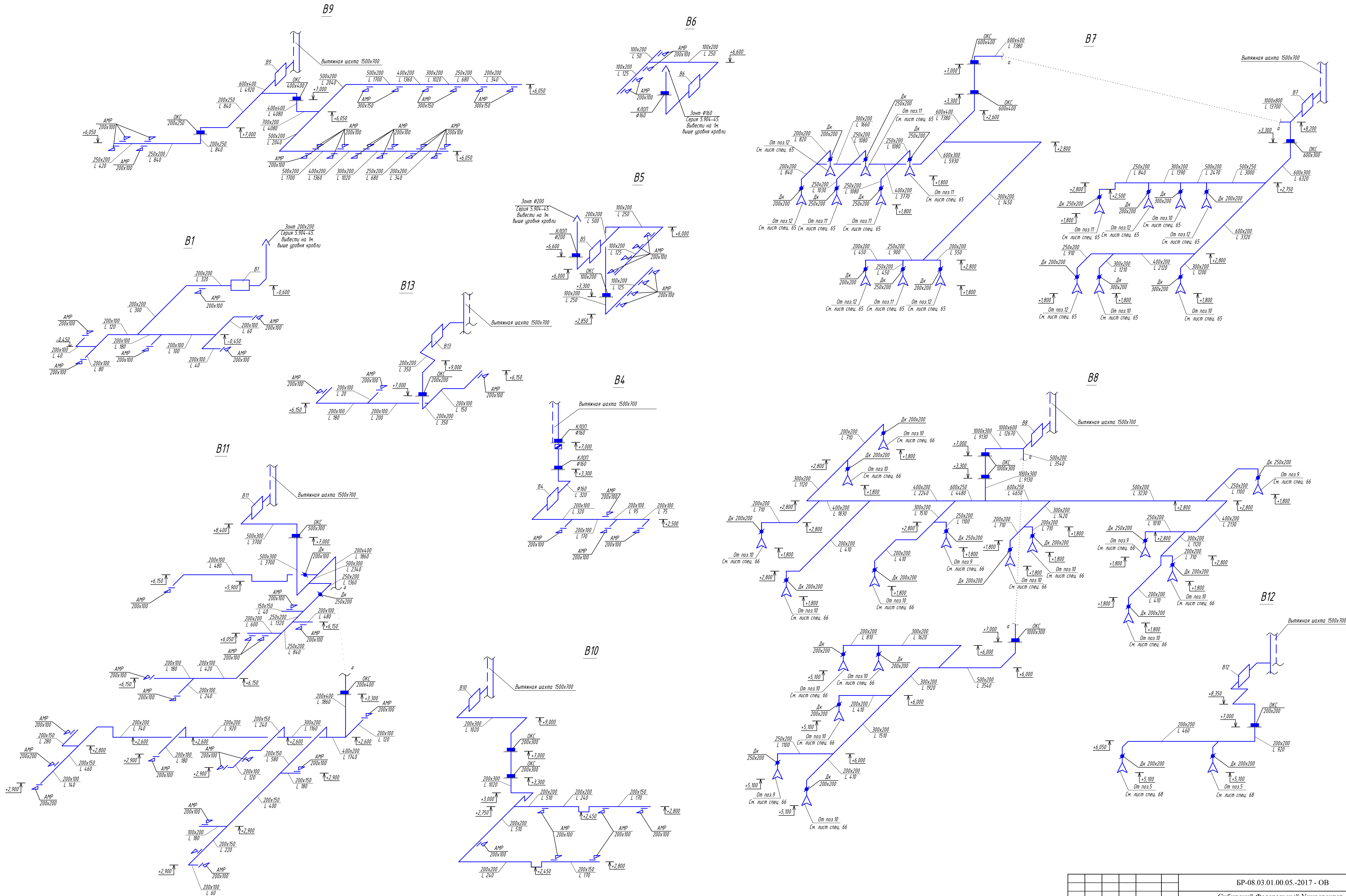


						БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ				
						Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.	Лист	Надок	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция кафе-столовой ОАО "Красцветмет" в г. Красноярск	Стадия	Лист	Листов	
Разраб.		Карловский					ДП	7	9	
Консульт.		Смольников				Схемы систем отопления 01,02,03,04	Кафедра ИСЗиС			
Руководит.		Смольников								
Норм.контр		Смольников								
Зав.каф.		Сакаш Г.В.								



						БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ				
						Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.	Лист	№док	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция кафе-столовой ОАО "Красцветмет" в г. Красноярск		Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Карловский							ДП	8	9
Консульт.	Смольников									
Руководит.	Смольников					Схемы системы П1, П2, П3, П4, В2, В3 В4, ВЕ1, ВЕ2, ВЕ3, ВЕ4, ВЕ5, ВЕ6, ВЕ7		Кафедра ИСЗиС		
Норм. контрол.	Смольников									
Защ. каф.	Савин Г.В.									





						БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ							
						Сибирский Федеральный Университет инженерной строительный институт							
Изм.	Коп.	Лист	Надоч	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция кафе-столовой ОАО "Красцветмет" в г. Красноярске			Стадия	Лист	Листов		
Разраб.	Карловский					Схемы систем В1,В4,В5,В6,В7,В8 В9,В10,В11,В12,В13			ДП	9	9		
Консульт.	Смольников												
Руководит.	Смольников								Кафедра ИСЗиС				
Норм.контр.	Смольников												
Зав.каф.													



Ведомость рабочих чертежей основного комплекта

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	План на отм. 0,000 м (отопление)	
3	План на отм. +3,300 м (отопление)	
4	План на отм. 0,000 м (вентиляция)	
5	План на отм. +3,300 м (вентиляция)	
6	План на отм. -2,700 м(отопление),план на отм. -2,700 м(вентиляция),план на отм. +3,000 м(вентиляция)	
7	Схемы систем отопления О1, О2, О3, О4	
8	Схема систем П1, П2, П3, П4, В2, В3, В14, ВЕ1, ВЕ2, ВЕ3, ВЕ4, ВЕ5, ВЕ6, ВЕ7	
9	Схемы систем В1, В4, В5, В6, В7, В8, В9, В10, В11, В12, В13	
10	Схемы установки систем П1, П2, П3, П4, В1, В3, В4, В5, В6, В7, В8, В9, В10, В11, В12, В13	
11	Монтажная схема системы В4, календарный план, комплекточная ведомость, ТЭП	

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
Ссылочные документы		
Арктос	Каталог оборудования для систем вентиляции	
Wespeg	Каталог оборудования для систем вентиляции	
Эковоздух	Каталог оборудования для систем вентиляции	
Systemair	Каталог оборудования для систем вентиляции	
Frico	Каталог оборудования для систем вентиляции	
Danfoss	Каталог запорно-регулирующей арматуры	
Grundfos	Каталог насосного оборудования	
Gastrotehnika	Каталог вентиляционных зонтов	

Основные показатели по чертежам отопления и вентиляции

Наименование здания (сооружения), помещения	Объем, м³	Периоды года при t <sub>в</sub> , °С	Расход тепла, кВт				Расход холода, кВт	Установленная мощность электро-двигателей, кВт
			на отопление	на вентиляцию	на горячее водоснабжение	общий		
Комбинат питания	-	-40	96,3	690,6	-	786,9	-	27,6

Характеристика отопительно-вентиляционных систем

Обозначение системы	Кол. систем	Наименование обслуживаемого помещения (технологического оборудования)	Тип установки, агрегата	Вентилятор		Электроизоляция		Воздухонагреватель			Воздухоохлаждаватель			Фильтр		Примечание								
				L, м³/ч	P, Па	п, об/мин	Тип исполнения по взрывозащите	N, кВт	п, об/мин	Тип	Кол.	t-ра нагрева, °C		Расход тепла, кВт	Тип		Кол.	t-ра нагрева, °C		Расход тепла, кВт	Тип	Кол-во	Δ P, Па	
												от	до					от	до					
П1	1	II этаж (Общественка)	PR 160	-	14060	704	1463	-	5,5	1455	Электро-калорифер	1	-40	-10	140,7	Электро-калорифер	1	-10	16	122,0	F5	1	128	
П2	1	I этаж (Общественка)	PR 160	-	13350	786	1491	-	5,5	1455	Электро-калорифер	1	-40	-10	133,6	Электро-калорифер	1	-10	16	115,8	G4/F5	1/1	150/200	
П3	1	Банкетный зал II этажа	PR 090	-	7140	600	1992	-	2,2	1420	Электро-калорифер	1	-40	-10	71,5	Электро-калорифер	1	-10	16	62,0	G4/F5	1/1	150/200	
П4	1	Банкетные залы I этажа	КТ60-35-4	-	2520	420	1250	-	2,46	1250	-	-	-	-	РВБС 60х250/45	1	-40	16	45,0	EU3/EU5	1/1	120/150		
В1	1	Подвальный этаж	KVKF 160M	-	320	150	0,117	-	0,117	2005														
В2	1	Машинное отделение	IN 10/4	-	80	8	-	-	0,013	-														
В3	1	Охлаждаемая камера откодов	KVKF 160M	-	270	120	0,117	-	0,117	2005														
В4	1	Санузлы, душевые	KVKF 160M	-	320	150	0,117	-	0,117	2005														
В5	1	Санузлы	KVKF 200	-	500	200	2630	-	0,178	2630														
В6	1	Санузлы	KVKF 160M	-	250	130	0,117	-	0,117	2005														
В7	1	Зонты гор. цехов	PR 160	-	13700	300	1450	-	4,72	1450														
В8	1	Зонты моечных	PR 160	-	12670	350	828	-	3,89	1435														
В9	1	Банкетный зал II этажа	PR 060	-	4920	200	838	-	1,17	1410														
В10	1	Банкетный зал	KVKF 250L	-	1020	200	1534	-	0,30	1534														
В11	1	Банкетные залыII этажи	RSI 70-40 L1	-	3700	280	5002	-	0,62	5002														
В12	1	Посудомоечные машины	KVKF 250L	-	920	120	1534	-	0,30	1534														
В13	1	Административные помещения	KVKF 200	-	350	100	2630	-	0,178	2630														
В14	1	Машинное отделение	IN 10/4	-	80	10	-	-	0,013	-														
ВЕ1	1	Обеденный зал	-	-	30	5	-	-	-	-														
ВЕ2	1	Охлаждаемая камера общей и фруктов	-	-	240	15	-	-	-	-														
ВЕ3	1	Гардероб персонала	-	-	240	15	-	-	-	-														
ВЕ4	1	КУИ	-	-	40	5	-	-	-	-														
ВЕ5	1	Гардероб	-	-	120	10	-	-	-	-														
ВЕ6	1	Кладовая	-	-	80	10	-	-	-	-														
ВЕ7	1	Кладовая	-	-	50	10	-	-	-	-														
У1	4	Тандыр	АС 210	-	7900	-	-	-	10,0	-														
У2	1	Загрузочная	АС 203С	-	1200	-	-	-	3,0	-														

Общие указания  
Проект отопления и вентиляции здания разработан на основании архитектурно-строительных чертежей, а также согласован с СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха", СНиП 3.05.01-85\* "Внутренние санитарно-технические системы", СНиП 23-01-99 "Строительная климатология", СНиП 2.08.02-89\* "Общественные здания и сооружения".  
В проекте приняты следующие климатологические расчетные параметры для проектирования систем отопления и вентиляции:  
- наружного воздуха (в холодный период) t<sub>н</sub> = -30 °С;  
- теплосноситель - вода с параметрами:  
- Расчетные параметры - Р<sub>п</sub>=7,6 кгс/см<sup>2</sup>, Р<sub>о</sub>=4 кгс/см<sup>2</sup>, t<sub>г</sub>=110 °С, t<sub>в</sub>=70 °С;  
- Фактические параметры - Р<sub>п</sub>=7,0 кгс/см<sup>2</sup>, Р<sub>о</sub>=4 кгс/см<sup>2</sup>, t<sub>г</sub>=110 °С, t<sub>в</sub>=70 °С;  
Температурный график: 150-70°С.  
Теплосноситель системы отопления - вода с параметрами:  
- Расчетные параметры - Р<sub>п</sub>=7,6 кгс/см<sup>2</sup>, Р<sub>о</sub>=4 кгс/см<sup>2</sup>, t<sub>г</sub>=110 °С, t<sub>в</sub>=70 °С;  
- Фактические параметры - Р<sub>п</sub>=7,0 кгс/см<sup>2</sup>, Р<sub>о</sub>=4 кгс/см<sup>2</sup>, t<sub>г</sub>=110 °С, t<sub>в</sub>=70 °С;  
Температурный график: 150-70°С.  
Теплосноситель системы вентиляции - воздух с параметрами:  
- Расчетные параметры - t<sub>н</sub>=-30 °С, t<sub>в</sub>=20 °С, φ<sub>н</sub>=0,01, φ<sub>в</sub>=0,01;  
- Фактические параметры - t<sub>н</sub>=-30 °С, t<sub>в</sub>=20 °С, φ<sub>н</sub>=0,01, φ<sub>в</sub>=0,01.

Общие указания

Проект отопления и вентиляции здания разработан на основании задания на проектирование и архитектурно-строительных чертежей, а также согласно требований действующих норм и правил:

СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование",

СНиП 3.05.01-85\* "Внутренние санитарно-технические системы",

СНиП 23-01-99 "Строительная климатология ",

СНиП 2.08.02-89\* "Общественные здания и сооружения",

В проекте приняты следующие климатологические данные:

Расчетные параметры для проектирования систем отопления и вентиляции:

- наружного воздуха (в холодный период)Т<sub>н</sub> =-40°

Теплоноситель - вода с параметрами :

Расчетные параметры - Рп=7,6 кгс/см<sup>2</sup>, Ро=4,6 кгс/см<sup>2</sup>

Фактические параметры - Рп=7,0 кгс/см<sup>2</sup>, Ро=5,2 кгс/см<sup>2</sup>

Температурный график: 150-70°С.

Теплоноситель системы отопления - вода с параметрами 95-70°С после ИТП.

Для поддержания требуемых параметров внутреннего воздуха в холодный период года устанавливаем

местные нагревательные приборы- алюминиевые радиаторы "Calidor Super". Все приборы

укомплектованы автоматическими воздухоотводчиками и терморегуляторами.

Трубопроводы системы отопления приняты из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75\*.

Антикоррозионное покрытие труб выполнить грунтовкой "Вектор1236" ТУ 5775-002-17045751-99 в два слоя

и покрыть маслянной краской за два раза. Для изоляции трубопроводов

системы теплоснабжения принять маты минераловатные на синттиетическом связующем

ТУ 5762-010-45757203-01 толщиной s=20мм. с покровным слоем стеклопластиком рулонным РСТ ТУ 6-11-145-80.

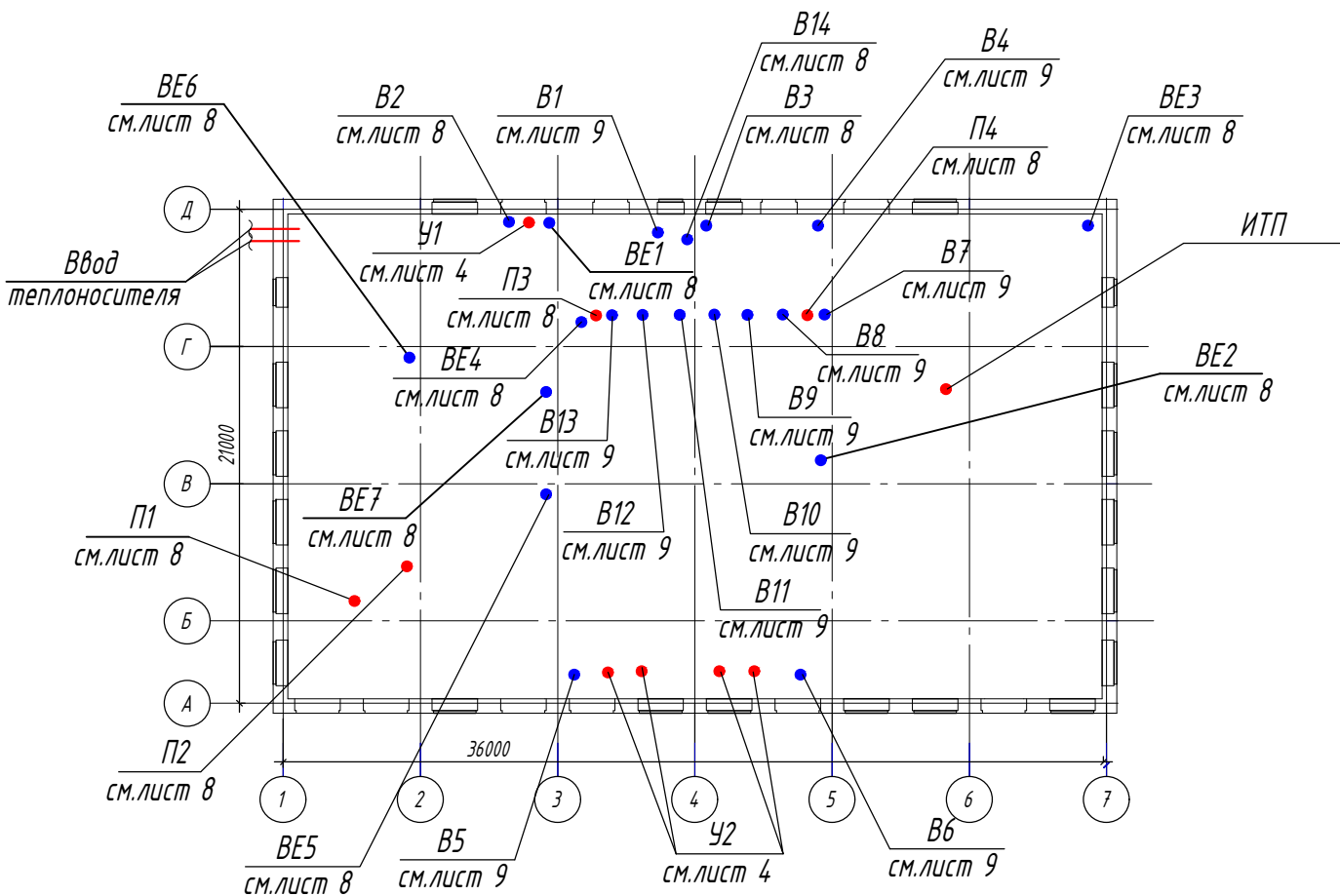
Воздуховоды приточно-вытяжной вентиляции из листовой оцинкованной стали по ГОСТ 19904-90, класса - Н.

Воздуховод приточной системы до калорифера теплоизолировать самоклеющимся фольгинированным "Пенофолом" , тип 3, s=10 мм.

Крепления санитарно-технических приборов принимается по серии 4.904-69. В местах пересечения перекрытий, внутренних стен и перегородок стояками отопления на трубопроводы устанавливаются гильзы. Края гильз располагают на 30 мм выше поверхности чистого пола и на одном уровне с поверхностью потолков. Заделку зазоров и отверстий в местах прокладки трубопроводов необходимо выполнить негорючим материалом (Базальтовым шнуром БШТ по ТУ5769-031-05328981-02), обеспечивающим необходимый предел огнестойкости ограждений.

Монтаж систем выполнять в соответствии с требованиями СНиП 3.05.01-85.

План-схема



						БР-08.03.01.00.05.-2017 - ОВ					
						Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт					
Изм.	Коп.	Лист	Надок	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция кафе-столовой ОАО "Красцветмет" в г. Красноярске			Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Карловский							ДП	1	9
Консул.т.		Смольников				Общие данные			Кафедра ИСЗиС		
Руководит		Смольников									
Норм. конт		Смольников									
Зав. каф.		Сакаш Г.В.									

Technical drawing of a wooden table. The drawing shows a top-down view of the table with dimensions and material specifications. The table has a rectangular top with a width of 200 and a length of 350. The legs are 200x100 in size. The table is shown with a central support structure. The dimensions are: 200x100 (top left), 200 (width), 350 (length), 200x100 (top right), 100 (height of the central support), 75 (width of the central support), 200 (width of the central support), and 200x100 (bottom center). The drawing is labeled with '200x100' at the top left, top right, and bottom center, and '200' at the bottom center.

п/п	Наименование детали	Размеры детали, мм			Центральный угол	Кол-во шт.	Площадь, м <sup>2</sup>		Примечание
		Диаметр	Размеры сторон	Длина			Одной дет.	Всего	
1	Решетка					3			АМР
2	Отвод		200x100	300	90	2			
3	Воздуховод		200x100	1525		1			
4	Тройник		200x100 200x100	350		2			см. узел 1
5	Воздуховод с решеткой		200x100	2650		1			
6	Воздуховод		200x100	525		1			

Характеристика работ					Сменность	Общее количество человек в бригаде	К п.н.	Рабочие дни																											
Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Трудо-затраты, чел.-дн.	Продолжительность, дн.				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18										
								Июнь 2013																											
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
Монтаж систем отопления					1	8	1,15																												
Монтаж нагревательных приборов	шт	47	14	2					8																										
Монтаж стояков и подводок	м	576	54,1	6									8																						
Монтаж магистралей	м	181	40,6	3																8															
Гидравлическое испытание	м	757	4,7	1																		8													
			Σ113,4	Σ12																															
Монтаж вентиляционного оборудования					1	6	1,13																												
П1-П4	сист	4	42,1	6						6																									
B1 - B14	сист	14	22,8	3												6																			
У1 - У5	сист	5	4,2	1																6															
Монтаж воздухопроводов					1	8	1,19																												
П1- П4	сист	4	42	5													8																		
B1 - B14	сист	16	76	7																								8							

Общая сметная стоимость - 4952113 руб.  
Трудозатраты по норме работы - 300,5 чел.дн.  
Трудозатраты по графику - 252 чел.дн.  
Среднедневная выработка на 1 рабочего - 13647,2 руб.  
Среднедневная зар.плата 1 рабочего - 1180 руб.  
Срок строительства в днях - 18 дней  
Запланированный уровень выполнения  
норм выработки - 116%  
Стоимость СМР на 1м3 здания - 892 руб.  
Удельная стоимость временных зданий - 90392,7 руб

						ДП - 270109.65-0710099 - ОВ				
						Сибирский Федеральный Университет инженерно-строительный институт				
Изм	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция кафе с банкетным залом в Советском районе г. Красноярск	Студия	Лист	Листов	
							ДП	11	11	
Разраб.	Кимяев В.						Монтажная схема В4, Календарный план, Комплектующая ведомость, техико-экономические показатели	Кафедра ИСЗиС		
Консулент	Мисютина									
Руководит	Смоляников									
Норм конт	Гурышева									
Зав. каф.	Емельянов									







## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Уровень развития современной климатотехники предъявляет высокие требования к фундаментальной и специальной подготовке специалистов по отоплению, вентиляции воздуха.

Проектирование отопления представляет собой комплекс взаимосвязанных задач: обоснование тепловой мощности, гидравлический расчёт трубопроводов, подбор основного и вспомогательного оборудования.

В дипломном проекте запроектирована система отопления – центральная с механическим побуждением циркуляции воды, двухтрубная с нижней разводкой, с тупиковым движением теплоносителя.

С целью увеличения экономии тепловой энергии, улучшения микроклимата в помещениях и нормального функционирования систем применен комплекс автоматики, который позволяет значительно упростить эксплуатацию и регулирование систем отопления.

А так же в результате проектирования системы вентиляции в кафе были приняты следующие решения:

- приточная и вытяжная вентиляция с механическим побуждением;
- системы локализующей вентиляции;
- схема организации воздухообмена принята сверху вниз.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью данного проекта является решение проблем отопления, вентиляции кафе - столовой, т.е. обеспечение комфорта, экономии тепла и топлива, надежного и удобного управления системами, гармонии внешнего вида инженерного оборудования с дизайном помещений.

Из-за применения новых технологий и строительных материалов, установка герметичных стеклопакетов для борьбы с теплопотерями через ограждающие конструкции приводят к тому, что естественная вентиляция практически невозможна. В местах большого скопления людей эта проблема стоит весьма остро.

Для этого в проекте предусматриваем приточно-вытяжную вентиляцию с механическим побуждением и систему отопления с комплексом тепловой автоматики, которые обеспечивают в помещениях высокий уровень комфорта и энергосбережения.

В проекте применяем инженерное оборудование российских и зарубежных фирм.

## 1 Исходные данные для проектирования

### 1.1 Характеристика района строительства

Объект проектирования – кафе с банкетным залом в г. Красноярске.

Фасад ориентирован на Ю.

Географический пункт его расположения – г. Красноярск

Географическая широта  $56^{\circ}$ с.ш.

Продолжительность отопительного периода  $z_{от.пер.} = 234$  дня.

Средняя температура отопительного периода  $t_{от.пер.} = -7,2^{\circ}\text{C}$ .

Основные характеристики элементов здания:

Объем здания  $10827,96 \text{ м}^3$

Наружная стена: кирпич керамический

Остекление – тройные стеклопакеты в отдельных металлических переплетах

Двери – двойные с тамбуром  $2,7 \times 2,1$

Источник теплоснабжения – ТЭЦ

Теплоноситель вода с параметрами  $T_1 / T_2 = 150 / 70^{\circ}\text{C}$ .

### 1.2 Расчетные параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха следует принимать по [3] в зависимости от географического месторасположения объекта и назначения вентиляционных систем.

При расчете систем вентиляции для гражданского здания следует принимать расчетные параметры А для теплого периода года и параметры Б для холодного. В переходный период года температура наружного воздуха принимается  $+8^{\circ}\text{C}$ , энтальпия  $+22,5$  кДж/кг. Расчетные данные заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Период года	Барометрическое давление, гПа	Параметры А			Параметры Б		
		Температура, $^{\circ}\text{C}$	Удельная энтальпия, кДж/кг	Скорость ветра, м/с	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Удельная энтальпия, кДж/кг	Скорость ветра, м/с
Холодный	980	-	-	-	-40	-40,2	1
Теплый		22,5	49,4	1	-	-	-

### 1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры внутреннего воздуха для кафе следует принимать по таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха

Наименование помещения	Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Подвижность, м/с
Обеденный, банкетные залы	Холодный и переходный	16	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Вестибюль	Холодный и переходный	16	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Вент. камера	Холодный и переходный	16	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Горячий цех	Холодный и переходный	5	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Санузлы	Холодный и переходный	16	50-60	0,2
	Теплый	5,5		0,3
Цехи: холодный, овощной, мясо-рыбный	Холодный и переходный	16	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Кладовая сухих продуктов, кладовая овощей	Холодный и переходный	12	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3
Кабинет руководителя	Холодный и переходный	18	50-60	0,2
	Теплый	25,5		0,3

## 1.4 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции здания должны иметь регламентируемые нормами [2] сопротивления теплопередаче  $R_{0,}$  ( $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$ ). Величина  $R_{0,}$  ( $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$ ) определяется толщиной принятого в конструкции ограждения теплоизоляционного слоя, выбор которой и определение коэффициента теплопередачи  $K$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$  и является основной целью теплотехнического расчета. Расчет ведется в соответствии со СНиП II-3-79\*.

При расчете ограждающих конструкций здания согласно [4] относительная влажность воздуха помещений принимается от 50 до 60% при расчетной температуре внутреннего воздуха в помещениях не менее 12 и не более 24°C. Тогда по таблице 1 [2] влажностный режим помещений – нормальный.

Зона влажности для данного района строительства по приложению 1 [2] - сухая.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства устанавливаем по приложению 2 [2] для города Красноярска - А, основываясь на них, ниже приведены расчетные коэффициенты теплопроводности строительных материалов.

Таблица 3 – Характеристики строительных материалов ограждающих конструкций

Наименование ограждения	Материал слоя	$\rho$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	$\lambda$ , $\text{Вт}/\text{м}^2\text{°C}$	$\delta$ , м
Наружная стена	1.Кирпич керамический пустотный	1000	0,47	1,278
	2.Штукатурка известково-песчанная	1600	0,7	0,015
Перекрытие чердачное	1.Плита железобетонная	2500	1,92	0,22
	2.Минеральная вата	125	0,07	0,226
	3.Цементно-песчанная стяжка	1800	0,76	0,05
	4.Рубероид на битумной основе	600	0,17	0,005
Полы	1.Плита железобетонная	2500	1,92	0,22

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_o$ , ( $\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$  следует принимать не менее требуемых значений,  $R_o^{\text{Тр}}$ , ( $\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$  определяемых исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий и условий энергосбережения.

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП):

$$ГСОП = (t_B - t_{от.пер}) \cdot z_{от.пер} \quad (1.3.1)$$

где  $t_B$  - расчетная температура внутреннего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ; Для расчета ограждений комбината питания  $t_B = 16^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{от.пер}$  - средняя температура отопительного периода  $^{\circ}\text{C}$ ;

$z_{от.пер}$  - продолжительность отопительного периода, сут., периода со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8^{\circ}\text{C}$  по [3].

$$ГСОП = (16 - (-7,2)) \cdot 235 = 5452$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_o^{\text{Тр}}$ , ( $\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$ , из условий энергосбережения в зависимости от ГСОП по таблице 1б\* [2] следующее:

наружных стен	- 2,8
покрытие	- 3,6
окон	- 0,55
дверей двойных	- 4,5

Вычисляем требуемое сопротивление теплопередачи  $R_o^{\text{Тр}}$ , ( $\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$ , исходя из санитарных и комфортных условий, рассчитываемого ограждения

$$R_o^{\text{Тр}} = \frac{(t_e - t_n) \cdot n}{\alpha_e \cdot \Delta t^H} \quad (1.3.2)$$

где  $t_B$  – то же, что и в формуле (1.1);

$t_n$  – температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n$  – поправочный коэффициент в расчетной разности температур. Принимается в зависимости от положения к наружному воздуху, для расчета наружной стены  $n=1$ ;

$\alpha_e$  – коэффициент теплообмена на внутренней поверхности ограждения,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ . Для гладких поверхностей  $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ ;

$\Delta t^H$  - нормируемый температурный перепад между температурой внутренней поверхности ограждения и температурой внутреннего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$  (согласно [2], для наружных стен  $\Delta t^H = 4,5^{\circ}\text{C}$ , для покрытий  $\Delta t^H = 4^{\circ}\text{C}$ ).

Для наружных стен:

$$R_o^{\text{Тр}} = \frac{(16 - (-40)) \cdot 1}{8,7 \cdot 4,5} = 1,43 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$$

Для перекрытия чердачного:

$$R_0^{TP} = \frac{(16 - (-40)) \cdot 0,9}{8,7 \cdot 4} = 1,45 (\text{м}^2 \text{°C})/\text{Вт}$$

Требуемое сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов (окон) принимаем по таблице 9\*[2] для трехкамерных стеклопакетов из стекла с твердым покрытием в алюминиевых переплетах  
 $R_{0\text{ } TP} = 0,55 \text{ м}^2 \text{°C}/\text{Вт}$ .

За расчетное сопротивление теплопередаче принимаем большее  
 $R_{0\text{ } TP} \text{ стены} = 2,8 \text{ м}^2 \text{°C}/\text{Вт}$

$R_{0\text{ } TP} \text{ покрытие} = 3,6 \text{ м}^2 \text{°C}/\text{Вт}$

$R_{0\text{ } TP} \text{ светового проема} = 0,55 \text{ м}^2 \text{°C}/\text{Вт}$

$R_{0\text{ } TP} \text{ двойной двери} = 4,5 \text{ м}^2 \text{°C}/\text{Вт}$

Рассчитываем толщину искомого слоя из условия  $R_{0\text{ } TP} < R_{0\text{ } \Phi}$ ,  
где  $R_{0\text{ } \Phi}$  - фактическое сопротивление теплопередаче,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R_{0\text{ } \Phi} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (1.3.3)$$

где  $\delta$  - толщина слоя, м;

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности соответствующего слоя,  $\text{Вт}/\text{м}^0\text{C}$ ;

$\alpha_B$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по таблице 4\* СНиП II-3-79\*;

$\alpha_H$  - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{°C})$ , принимаемый по таблице 6\* СНиП II-3-79\*.

Определяем толщину слоя кирпича, принимая в качестве расчетного значения сопротивления наружной стены.

Для наружных стен

$$\delta = 0,47 * (2,8 - (\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{1}{23})) = 1,278 \text{ м}$$

Определяем действительное сопротивление наружной стены

$$R = (\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{1,278}{0,47} + \frac{1}{23}) = 2,8 (\text{м}^2 \text{°C})/\text{Вт}$$

Определяем коэффициент теплопередачи  $K$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{°C})$ , по формуле

$$K = \frac{1}{R} \quad (1.3.4)$$

где R - действительное сопротивление наружной стены, м<sup>2</sup>·°C/Вт.

$$K = \frac{1}{2,8} = 0,357 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °C)}$$

Перекрытие чердачное

Определяем толщину слоя тепловой изоляции, принимаем в качестве слоя тепловой изоляции минеральную вату:

$$\delta = 0,07 * (3,6 - (\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{1}{23})) = 0,226 \text{ м}$$

Определяем действительное сопротивление

$$R = (\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,226}{0,07} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{1}{23}) = 3,6 (\text{м}^2 \text{ °C})/\text{Вт}$$

$$K = \frac{1}{3,6} = 0,26 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °C)},$$

Тройные стеклопакеты

$$K = \frac{1}{0,55} = 1,82 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °C)}$$

Двойные двери

$$K = \frac{1}{4,5} = 0,22 \text{ Вт/(м}^2 \text{ °C)}$$

Таблица 4 – Теплотехнические характеристики наружных ограждений

Наименование ограждения	δ, м	Ro, (м <sup>2</sup> °C)/Вт	K, Вт/(м <sup>2</sup> °C)
Наружная стена	1,293	2,8	0,357
Перекрытие подвальное	0,22	3,2	0,31
Перекрытие чердачное	0,5	3,6	0,26
Окно	-	0,55	1,82
Дверь	-	4,5	0,22



## 2 Отопление

### 2.1 Выбор принципиальных решений по отоплению

Система отопления предназначена для создания в помещениях здания температурной обстановки, соответствующей комфортной для человека или требованиям технологического процесса.

Основные принципиальные решения по системе отопления принимаем на основании [1]. Для системы отопления в качестве теплоносителя используем высокотемпературную воду (150/70°C). Система отопления – центральная с механическим побуждением циркуляции воды, двухтрубная с нижней разводкой. Отопление осуществляется местными отопительными приборами – алюминиевыми радиаторами «Calidor Super». Схемы систем отопления местными приборами предусматриваем тупиковыми, как наиболее простые, надежные в эксплуатации и дешевые.

### 2.2 Расчет потерь тепла

При составлении теплового баланса помещений, определяющего тепловую нагрузку  $Q_p^{от}$ , Вт на систему отопления, учитываются теплопотери: через ограждения здания  $Q_o$ , Вт; на нагревание инфильтрационного воздуха  $Q_{и}$ , Вт.

$$Q_p^{от} = Q_o + Q_{и} \text{ Вт} \quad (2.1.1)$$

Теплопотери через наружные ограждения здания,  $Q_o$ , Вт, рассчитываются по формуле:

$$Q_o = k \cdot F \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot n \cdot (1 + \Sigma \beta) \quad (2.1.2)$$

где  $K$  – то же, что в формуле (1.3.4);

$F$  – расчетная площадь ограждений,  $m^2$ ;

$t_{в}$ ,  $t_{н}$  – расчетные температуры соответственно воздуха внутри помещения и наружного воздуха, °C;

$n$  – то же, что в формуле (2.1)

$\beta$  – коэффициент, учитывающий дополнительные теплопотери через ограждения.

При вычислении площади помещений пользуемся правилом обмера. Теплопотери через полы, расположенные по грунту рассчитываем по зонам шириной 2м, параллельным наружным стенам. Добавочные потери теплоты принимаем в долях от основных потерь в соответствии с приложением 9[1]. Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции сводится в таблицу 5.

Таблица 5– Расчет теплотерь через ограждающие конструкции

№ пом.	Характеристика ограждений				К	n(тв-тн)	доп. Теплоп	Qo
	название	ориентация	размеры	площадь				
1 этаж								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Тамбур тв=16°	дд	ю	2,7*2,2	11,88	0,22	56	1	150
							Σ	150
2 Вести- бюль тв=16°	н.с.	ю	8,5*3,3	28	0,357	56	1	560
	н.с.	ю	8,5*3,3	28	0,357	56	1	560
	д.о.	ю	1,5*1,8	10,8	1,82	56	1	1100
	пл			82,6	0,31	56	1	1430
							Σ	3650
4 Санузлы тв=16°	н.с.	с	3,3*3,3	10,89	0,357	56	1,1	240
	д.о.	с	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1,1	300
	пл		3,3*1,8	5,94	0,31	6,6	1	10
							Σ	550
6 Банкет- ный зал тв=16°	н.с.	с	12х3,3	39,6	0,357	56	1,25	990
	д.о.	с	1,5*1,8	10,8	1,82	56	1,25	1380
	пл		11,8*12	141,6	0,31	56	1	2460
							Σ	4830
10 Вент. камера тв=16°	н.с	з	2,5*3,3	8,25	0,357	56	1,05	170
	д.д.	з	1,5*1,5	2,25	0,313	56	1,05	40
	пл			37	0,31	56	1	640
							Σ	850
11 Цех муч- ных изделий тв=16°	н.с.	з	3,5*3,3	11,55	0,357	56	1,05	240
	д.о.	з	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1,05	290
	пл		6*3,5	20,8	0,31	56	1	360
							Σ	890
12 Овощной цех тв=16°	н.с.	з	5,8*3,3	19,14	0,357	56	1,05	400
	д.о.	з	1,5*1,8	5,4	1,82	56	1,05	580
	пл		5,8*4,6	26,6	0,31	56	1	460
							Σ	1440
17 Гарде- робная для пер- сонала тв=16°	н.с.	с	6,45*3,3	21,3	0,357	56	1,25	530
	н.с.	в	6,2*3,3	20,46	0,357	56	1,25	510
	д.о.	с	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1,25	340
	д.о.	в	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1,25	340
	пл		6,2*6,45	40	0,31	56	1	700
							Σ	2420
18 Тамбур тв=16°	н.с.	с	2,7*3,3	8,91	0,357	56	1,1	200
	д.д.	с	0,9*2	1,8	0,313	56	1,1	40
	пл			4,8	0,31	56	1	80
							Σ	320

Продолжение таблицы 5

<b>22</b> Кладовая tв=16°	н.с.	с	2,25*3,3	7,43	0,357	56	1,1	160
	пл		2,25*2,98	6,7	0,31	6,6	1	10
							$\Sigma$	<b>170</b>
<b>23</b> Охлаждаемая камера отходов tв=6°	н.с.	с	3,45*3,3	11,385	0,357	46	1,1	210
	д.д.	с	0,9*2	1,8	0,313	46	1,1	30
	пл			7	0,31	0,6	1	0
							$\Sigma$	<b>240</b>
<b>25</b> Маш. отделения охл. камер tв=16°	н.с.	с	1,8*3,3	5,94	0,357	56	1,1	130
	д.о.	с	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1,1	300
	пл		1,8*3,4	6,2	0,31	6,6	1	10
							$\Sigma$	<b>440</b>
<b>27</b> Загрузочная tв=10°	н.с.	с	1,5*3,3	4,95	0,357	50	1,1	100
	д.д.	с	0,9*2	1,8	0,313	50	1,1	30
	пл			5,2	0,31	3	1	10
							$\Sigma$	<b>140</b>
<b>28</b> Охлаждаемая камера гастр. tв=6°	н.с.	с	4,7*3,3	15,51	0,357	40	1,1	240
	д.о.	с	1,5*1,8	2,7	1,82	40	1,1	220
	пл		4,7*3,4	15,8	0,31	0,6	1	0
							$\Sigma$	<b>460</b>
<b>29</b> Мясо-рыбный цех 16°	н.с.	с	3,8*3,3	12,54	0,357	56	1,25	310
	н.с.	з	6*3,3	19,8	0,357	56	1,2	480
	д.о.	з	1,5*1,8	5,4	1,82	56	1,2	660
	д.о.	с	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1,25	340
	пл		3,8*6	22,8	0,31	56	1	400
							$\Sigma$	<b>2190</b>
<b>30а</b> Лестничная клетка tв=16°	н.с.	з	2,7*6,6	17,82	0,357	56	1,2	430
	н.с	ю	6*6,6	39,6	0,357	56	1,15	910
	д.о.	з	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1,2	330
	пт		2,7*6	16,2	0,26	56	1	240
	пл		2,7*6	16,2	0,31	56	1	280
							$\Sigma$	<b>2190</b>
<b>30б</b> Лестничная клетка tв=16°	н.с	в	2,7*6,6	17,82	0,357	56	1,25	450
	н.с	ю	6*6,6	39,6	0,357	56	1,15	910
	д.о.	в	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1,25	340
	д.о.	ю	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1,15	320
	пт		2,7*6	16,2	0,26	56	1	240
	пл		2,7*6	16,2	0,31	56	1	280
							$\Sigma$	<b>2540</b>

Продолжение таблицы 5

<b>30в</b> Лестни- чная клетка тв=16°	н.с	с	6*9,3	55,8	0,357	56	1,1	1230
	д.о.	с	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1,1	300
	пт		2,7*6	16,2	0,26	56	1	240
	пл		2,7*6	16,2	0,31	56	1	280
							$\Sigma$	<b>2050</b>
Суумарные теплопотери на 1 этаже $\Sigma$ <b>25520</b>								
<b>2 этаж</b>								
<b>31</b> Бухгал- терия тв=18°	н.с.	с	6*3,3	19,8	0,357	58	1,1	450
	д.о.	с	1,5*1,8	2,7	1,82	58	1,1	310
	пт		3,6*6	21,8	0,26	58	1	330
							$\Sigma$	<b>1090</b>
<b>32</b> Кабинет Руковод. тв=18°	н.с.	с	5,5*3,3	18,15	0,357	58	1,25	470
	н.с.	з	5,45*3,3	18	0,357	58	1,2	450
	д.о.	з	1,5*1,8	2,7	1,82	58	1,2	340
	пт		5,5*5,45	30	0,26	58	1	450
							$\Sigma$	<b>1710</b>
<b>33</b> Обеден- ный зал тв=16°	н.с.	з	12*3,3	39,6	0,357	56	1,05	830
	д.о.	з	1,5*1,8	10,8	1,82	56	1,05	1160
	пт		12*11,5	137,2	0,26	56	1	2000
							$\Sigma$	<b>3990</b>
<b>34</b> Обеден- ный зал тв=16°	н.с.	в	17,7*3,3	58,4	0,357	56	1,25	1460
	н.с.	с	12*3,3	39,6	0,357	56	1,25	990
	д.о.	в	1,5*1,8	13,5	1,82	56	1,25	1720
	д.о.	с	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1,25	340
	пт		17,7*12	212,6	0,26	56	1	3100
							$\Sigma$	<b>7610</b>
<b>35</b> Помеще- ние зав. произ- вом тв=18°	н.с.	с	6*3,3	19,8	0,357	58	1,1	450
	д.о.	с	1,5*1,8	2,7	1,82	58	1,1	310
	пт		3,95*6	23,8	0,26	58	1	360
							$\Sigma$	<b>1120</b>
<b>41</b> Холод- ный цех тв=16°	н.с.	ю	5*3,3	16,5	0,357	56	1	330
	д.о.	ю	1,5*1,8	5,4	1,82	56	1	550
	пт		3,75*5	18,8	0,26	56	1	270
							$\Sigma$	<b>1150</b>
<b>42а</b> Тамбур тв=16°	н.с.	ю	6*3,3	21,6	0,357	56	1	430
	д.о.	ю	1,5*1,8	5,4	1,82	56	1	550
	пт		6*3,6	21,6	0,26	56	1	310
							$\Sigma$	<b>1290</b>
<b>42б</b> Тамбур тв=16°	н.с.	ю	6*3,3	21,6	0,357	56	1	430
	д.о.	ю	1,5*1,8	2,7	1,82	56	1	280
	пт		6*3,6	21,6	0,26	56	1	310
							$\Sigma$	<b>1020</b>

## Окончание таблицы 5

<b>43а</b> Санузлы tв=16°	н.с.	ю	2,8*3,3	9,24	0,357	56	1	190
	пт		2,8*1,85	5,18	0,26	56	1	80
							$\Sigma$	<b>270</b>
<b>43б</b> Санузлы tв=16°	н.с.	ю	2,8*3,3	9,24	0,357	56	1	190
	пт		2,8*1,85	5,18	0,26	56	1	80
							$\Sigma$	<b>270</b>
Суммарные теплопотери на 2 этаже $\Sigma$ <b>19520</b>								
<b>Подвал</b>								
<b>45</b> Кладовая сухих прод. tв=12°	н.с.	с	2,9*2,6	7,54	0,357	45	1,25	150
	н.с.	з	4*2,6	10,4	0,357	45	1,2	200
	пл		2,9*4	11,6	0,31	27	1	100
							$\Sigma$	<b>450</b>
<b>51</b> Первич- ная обра- ботка овощей tв=12°	н.с.	в	4,2*2,6	10,92	0,357	45	1,1	190
	пл.		4,2*3,7	16	0,31	27	1	130
							$\Sigma$	<b>320</b>
<b>52</b> Кладовая овощей tв=12°	н.с.	с	3,7*2,6	9,62	0,357	45	1,25	190
	н.с.	в	2,7*2,6	7,02	0,357	45	1,25	140
	пл.		3,7*2,7	10	0,31	27	1	80
							$\Sigma$	<b>410</b>

В графе 2 таблицы 5 приняты такие условные обозначения: н.с. - наружная стена; д.о. - окно; пл – пол; пт- потолок; дд – двойная дверь

## Расчет теплопотерь на инфильтрацию

Теплопотери на нагрев инфильтрующегося воздуха в холодный период года  $Q_{и}$ , Вт рассчитывается по формуле:

$$Q_{и}=0,278 \cdot A_{ок} \cdot G_{ок} \cdot F_{ок} \cdot (t_{в}-t_{н}), \text{ Вт}$$

где  $A_{ок}$ - коэффициент учитывающий влияние встречного теплового потока, принимается равной 0,8.

$F_{ок}$ - площадь окна, м<sup>2</sup>;

$t_{в}$ - температура внутреннего воздуха, °С

$t_{н}^Б$  - температура наружного воздуха по параметру Б, °С

$G_{ок}$ - расход воздуха поступающего в помещение путем инфильтрации, кг/(м<sup>2</sup>/ч)

$$G_{ок}=0,1 \cdot \Delta P^{2/3} / R_{и},$$

где  $\Delta P$ - разность давлений у наружного и внутреннего поверхности окна;

$R_{и}$ - сопротивление воздухопроницанию окна, равная 0,29.

$$\Delta P = (H-h) * (j_{н} - j_{в}) + 0,05 * j_{н} * v^2 * (C_{н} - C_{з}) K_v;$$

где H-высота здания, м;

h- высота от поверхности земли до центра рассматриваемого окна, м

$j_{н}, j_{в}$ - удельный вес воздуха при  $t_{н}^B$  и  $t_{н}=5^{\circ}\text{C}$

V- скорость ветра в холодный период года,  $^{\circ}\text{C}$

$C_{н}$  и  $C_{з}$  – аэродинамический коэффициент для наветренной и заветренной стороны здания, соответственно 0,8 и 0,6.

$K_v$ - коэффициент изменения скоростного давления по высоте здания, 0,75.

Расчет теплопотерь на инфильтрацию и расчет теплопотерь через ограждающие конструкции сводится в таблицу 6.

Таблица 6 – Тепловой баланс помещений

№ помещения	$Q_o$	$Q_{и}$	$Q_p^{от}$
1 этаж			
6	4830	440	5270
17	2420	220	2640
11	890	110	1000
12	1440	220	1660
29	2190	330	2520
28	460	90	550
25	440	110	550
4	550	110	660
22	170	0	170
2	3650	440	4090
10	850	110	960
27	140	100	240
23	240	90	330
18	320	110	430
30а	2190	60	2250
30б	2540	120	2660
30в	2050	60	2110
1	150	220	370
2 этаж			
31	1090	60	1150
32	1710	60	1770
33	3990	240	4230
35	1120	60	1180
34	7610	360	7970
42а	1290	120	1410
42б	1020	60	1080
41	1150	120	1270
43а	270	0	270
43б	270	0	270

## 2.3 Расчет отопительных приборов

Тепловой расчет отопительных приборов заключается в определении габаритов нагревательной поверхности, обеспечивающей необходимое теплоснабжение в помещении. Для всех помещений к установке принимаем алюминиевые радиаторы «Calidor Super».

Определяем количество теплоносителя  $G_{пр}$ , кг/ч, проходящего через отопительный прибор в течение часа

$$G = \alpha \cdot \frac{3,6 \cdot Q \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c(t_g - t_o)} \quad (2.3.1)$$

где  $Q_{от}$  – то же, что в формуле (2.1.2);

$c$  – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг°С);

$t_g, t_o$  – соответственно температуры теплоносителя в подающей и обратной магистралях, °С;

$\alpha$  – коэффициент затекания воды в прибор;

$\beta_1$  – коэффициент, учитывающий дополнительные тепловые потери, связанные с размещением отопительных приборов у наружных ограждений;

$\beta_2$  – поправочный коэффициент, учитывающий теплоотдачу через дополнительную сверх расчетной площадь принимаемых к установке приборов;

Рассчитываем температурный напор для отопительного прибора  $\Delta t$ , °С;

$$\Delta t = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2} - t_g \quad (2.3.2)$$

где  $t_{вх}, t_{вых}$  – температура теплоносителя соответственно на входе и выходе из отопительного прибора, °С;

$t_g$  – температура внутри помещений °С;

Определяем комплексный коэффициент  $\varphi$  по формуле

$$\varphi = \left( \frac{\Delta t}{70} \right)^{1+n} \cdot \left( \frac{G_{np}}{360} \right)^p \cdot b \quad (2.3.3)$$

где  $n$  и  $p$  – коэффициенты полученные экспериментальным путем;

$b$  – поправочный коэффициент на атмосферное давление.

Рассчитываем теплоотдачу открыто проложенных теплопроводов, Вт;

$$Q_{mp} = q \cdot l_g \cdot q \cdot l_v \quad (2.3.4)$$

где  $q_h, q_v$  – соответственно теплоотдача горизонтально и вертикально

проложенных теплопроводов, Вт/м;

$l_{\text{в}}, l_{\text{г}}$  – соответственно длины горизонтально и вертикально проложенных теплопроводов, м;

Рассчитываем требуемый тепловой поток  $q_{\text{тр}}$ , Вт/м<sup>2</sup>

$$q_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{нр}} - 0,9 \cdot Q_{\text{мр}}}{\varphi} \quad (2.3.5)$$

Расчет сводим в таблицу 7



Таблица 7 Расчет отопительных приборов

№ стояка	№этажа	tвх°С	tвых°С	Δt°С	φ	Gст, кг/ч	Qст, Вт	qпр, Вт	Название
Ст.01-1	1-этаж	95	88,1	75,55	1,104	360	9950	2786	"Calidor Super", 14 секций, высота H=500мм
	1-этаж	88,1	81,2	68,65	0,975			2786	"Calidor Super", 14 секций, высота H=500мм
	1-этаж	81,2	78,2	63,7	0,885			1194	"Calidor Super", 6 секций, высота H=500мм
	2-этаж	78,2	70,01	58,1	0,785			3184	"Calidor Super", 16 секций, высота H=500мм
Ст.01-2	1-этаж	95	88,75	75,88	1,132	460	12736	3184	"Calidor Super", 8 секций, высота H=500мм-2шт
	1-этаж	88,75	77,8	67,28	0,969			5572	"Calidor Super", 14 секций, высота H=500мм-2шт
	2-этаж	77,8	69,9	57,85	0,796			3980	"Calidor Super", 10 секций, высота H=500мм-2шт
Ст.01-3	1-этаж	95	90,24	76,62	1,166	605	16716	3184	"Calidor Super", 8 секций, высота H=500мм-2шт
	1-этаж	90,24	81,92	70,08	1,039			5572	"Calidor Super", 14 секций, высота H=500мм-2шт
	2-этаж	81,92	75,98	62,95	0,903			3980	"Calidor Super", 10 секций, высота H=500мм-2шт
	2-этаж	75,98	70,03	57	0,79			3980	"Calidor Super", 10 секций, высота H=500мм-2шт
Ст.01-4	1-этаж	95	89,9	76,45	1,102	424	12338	2388	"Calidor Super", 12 секций, высота H=500мм-1шт
	2-этаж	89,9	81,42	69,66	0,98			3980	"Calidor Super", 10 секций, высота H=500мм-2шт
	2-этаж	81,42	77,17	63,3	0,910			1990	"Calidor Super", 10 секций, высота H=500мм
	2-этаж	77,17	69,9	57,54	0,8			3980	"Calidor Super", 10 секций, высота H=500мм-2шт
Ст.01-5	1-этаж	95	88,41	75,71	1,110	273	7562	1990	"Calidor Super", 10 секций, высота H=500мм-1шт
	2-этаж	88,41	80,51	68,46	0,97			2388	"Calidor Super", 12 секций, высота H=500мм-1шт
	2-этаж	80,51	69,9	59,21	0,85			3184	"Calidor Super", 16 секций, высота H=500мм-1шт
Ст.02-1	1-этаж	95	83,62	73,31	1,055	316	8756	3980	"Calidor Super", 10 секций, высота H=500мм-2шт
	2-этаж	83,62	69,96	60,79	0,855			4776	"Calidor Super", 12 секций, высота H=500мм-2шт
Ст.02-2	1-этаж	95	83,62	73,31	1,055	316	8756	3980	"Calidor Super", 10 секций, высота H=500мм-2шт
	2-этаж	83,62	69,96	60,79	0,855			4776	"Calidor Super", 12 секций, высота H=500мм-2шт
Ст.02-3	2-этаж	95	86,67	74,84	1,105	259	7164	2388	"Calidor Super", 12 секций, высота H=500мм
	2-этаж	86,67	78,34	66,51	0,925			2388	"Calidor Super", 12 секций, высота H=500мм
	2-этаж	78,34	70,01	58,18	0,788			2388	"Calidor Super", 12 секций, высота H=500мм
Ст.03-1	2-этаж	95	82,5	75,75	1,112	345	9552	4776	"Calidor Super", 12 секций, высота H=500мм-2шт
	2-этаж	82,5	69,99	60,25	0,852			4776	"Calidor Super", 12 секций, высота H=500мм-2шт
Ст.04-1	подвал	95	86,68	74,84	1,105	173	4776	1592	"Calidor Super", 8 секций, высота H=500мм
	подвал	86,68	78,36	66,52	0,925			1592	"Calidor Super", 8 секций, высота H=500мм
	подвал	78,36	70,01	58,19	0,785			1592	"Calidor Super", 8 секций, высота H=500мм

## 2.4 Гидравлический расчет системы отопления

Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления проводится согласно [6] и заключается в определении диаметров трубопроводов и потерь напора на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих в трубе, в стыковых соединительных деталях, в местах резких поворотов и изменений диаметра трубопровода.

Гидравлический расчет системы водяного отопления выполняют различными способами. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

Первый способ гидравлического расчета – по удельной линейной потере давления, когда подбирают диаметр труб при равных перепадах температуры воды во всех стояках и ветвях, соответствующих расчетному перепаду температуры воды во всей системе.

Второй способ гидравлического расчета – по характеристикам сопротивления и проводимостям, когда устанавливают распределение потоков воды в циркуляционных кольцах системы и получают неравные перепады температуры воды в стояках и ветвях.

Рассчитываем расход теплоносителя на участках:

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{c(t_g - t_o)}; \text{кг/ч} \quad (2.4.1)$$

где  $Q$  – тепловая нагрузка на участках рассчитываемого рециркуляционного кольца, Вт;

$t_g, t_o$  – температуры теплоносителя соответственно в подающей и обратной магистралях; °C

Рассчитываем среднюю величину удельной потери давления на трение  $R_{\text{ср}}$

$$R_{\text{ср}} = \frac{k \Delta P}{\sum l_{\text{ц.к}}}; \text{Па/м} \quad (2.4.2)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий потери давления на трение

По величинам  $R_{\text{ср}}, \text{Па/м}$  и  $G, \text{кг/ч}$  находим диаметры участков  $d$ , мм.

По величине диаметра участка  $d$ , мм, и расходу теплоносителя  $G, \text{кг/ч}$  определить удельные потери давления на участке  $R$ , Па/м и скорость движения теплоносителя  $V$ , м/с.

Определяем динамическое давление

$$P_{\text{дин}} = \frac{V^2 \rho}{2}; \text{Па} \quad (2.4.3)$$

где  $\rho$  – плотность теплоносителя, кг/м<sup>3</sup>

Определяем коэффициенты местных сопротивлений  $\zeta$  и рассчитываем потерю давления в местных сопротивлениях

$$Z = P_{\text{дин}} \Sigma \zeta; \text{Па} \quad (2.4.4)$$

Определяем потери давления на участках

$$Rl + Z, \text{Па} \quad (2.4.5)$$

Производим увязку ответвлений с магистралью

$$\Delta = \frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{маг}}} \cdot 100 \leq 10\% \quad (2.4.6)$$

АксонOMETрические схемы систем представлены на листах графической части.

Гидравлические потери напора в трубах определяются по номограмме рис. 2.2 [6]. Величину потерь напора на местные сопротивления, в соединительных деталях и арматуре принимаем по рекомендации [6]. Невязка между приборами компенсируем с помощью клапанов с предварительной настройкой RTD-N. Окончательная настройка производится автоматически. В тепловом узле системы увязываем балансировочными клапанами MSV-C. Расчет сводим в таблицу 8.

Таблица 8 - Гидравлический расчет системы отопления

№ участка	Q, Вт	G, кг/г	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	R*L, Па	R <sub>динам</sub> , Па	$\Sigma \zeta$	Z, Па	R*L+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>система О1</b>											
магистраль											
1-2	1270	44	7,2	15	0,05	5,2	37,44	1,3	3,2	4,00	41,44
2-3	2350	81	13,6	20	0,064	5	68	2,0	9,8	20,07	88,07
3-4	6645	228	14	20	0,165	28	392	13,6	5,2	70,79	462,79
4-5	12760	437	37,8	25	0,155	18	680,4	12,0	4	48,05	728,45
5-6	24748	849	12	40	0,182	14	168	16,6	2	33,12	201,12
6-УУ	29658	1017	6	50	0,13	5,5	33	8,5	3	25,35	58,35
											1580,22
ответвление											
7-8	2660	91	12	20	0,074	6,5	78	2,7	6,8	18,62	96,62
8-4	6115	210	22	20	0,165	28	616	13,6	3	40,84	656,84
											753,46
$\Delta=52,3\%$ , устанавливаем балансировочный клапан											
ответвление											
9-10	1150	39	6	15	0,057	4	24	1,6	3,2	5,20	29,20
10-11	2920	100	6,6	20	0,083	8	52,8	3,4	6,6	22,73	75,53

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11-12	3760	129	8	20	0,104	12	96	5,4	7	37,86	133,86
12-13	7210	247	8	25	0,125	12	96	7,8	3	23,44	119,44
13-14	9878	339	33,2	32	0,095	5	166	4,5	7	31,59	197,59
14-5	11988	411	10	32	0,114	7	70	6,5	3	19,49	89,49
											645,11
$\Delta=59\%$ , устанавливаем балансировочный клапан											
Ответвление											
15-16	1180	40	19,8	15	0,055	4,1	81,18	1,5	6,4	9,68	90,86
16-17	1840	63	12	20	0,051	2,2	26,4	1,3	4,6	5,98	32,38
17-18	3590	123	12	20	0,099	11	132	4,9	5,8	28,42	160,42
18-6	4910	168	35,2	20	0,134	19	668,8	9,0	8,2	73,62	742,42
											1026,08
$\Delta=35\%$ , устанавливаем балансировочный клапан											
Ответвление											
19-20	1410	48	6,6	20	0,037	1,5	9,9	0,7	5,2	3,56	13,46
20-8	3455	118	0,5	20	0,094	10	5	4,4	11,2	49,48	54,48
											67,94
$\Delta=96\%$ , устанавливаем балансировочный клапан											
Ответвление											
21-22	1000	34	2	15	0,051	3,5	7	1,3	4,8	6,24	13,24
22-23	1830	63	11	20	0,051	2,2	24,2	1,3	4,6	5,98	30,18
23-13	2668	91	1	20	0,074	6,5	6,5	2,7	6,2	16,98	23,48
											66,90
$\Delta=95\%$ , устанавливаем балансировочный клапан											
Ответвление											
24-25	1770	61	6,6	15	0,091	14	92,4	4,1	3,2	13,25	105,65
25-12	3450	118	0,5	20	0,094	10	5	4,4	11,2	49,48	54,48
											160,13
$\Delta=90\%$ , устанавливаем балансировочный клапан											
Ответвление											
26-14	2110	72	19,2	20	0,058	3,5	67,2	1,7	8,8	14,80	82,00
$\Delta=94\%$ , устанавливаем балансировочный клапан											
Ответвление											
27-28	2250	77	6,6	20	0,062	4,5	29,7	1,9	6,4	12,30	42,00
$\Delta=98\%$ , устанавливаем балансировочный клапан											
<b>система O2</b>											
магистраль											
1-2	2277	78	6,6	20	0,062	4,5	29,7	1,9	5,2	9,99	39,69
2-3	3827	131	18	20	0,104	12	216	5,4	7,4	40,02	256,02
3-4	7654	262	8	20	0,128	12,8	102,4	8,2	2	16,38	118,78
4-УУ	11071	380	36,2	25	0,105	6	217,2	5,5	6	33,08	250,28
											664,77
Ответвление											
5-6	1139	39	10	15	0,055	3,85	38,5	1,5	4,8	7,26	45,76
6-7	2277	78	6	20	0,062	4,5	27	1,9	7,4	14,22	41,22
7-4	3417	117	14,6	20	0,092	9,8	143,1	4,2	7,6	32,16	175,24

Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
											262,22
$\Delta=61\%$ , устанавливаем балансировочный клапан											
Ответвление											
8-9	2277	78	6,6	20	0,062	4,5	29,7	1,9	5,2	9,99	39,69
9-3	3827	131	0,5	20	0,104	12	6	5,4	6,2	33,53	39,53
											79,22
$\Delta=88\%$ , устанавливаем балансировочный клапан											
система ОЗ											
1-2	2115	72	12,4	15	0,105	18,5	229,4	5,5	6,8	37,49	266,89
2-УУ	4230	144	66,6	20	0,115	14,4	959	6,6	15,6	103,16	1062,20
											1329,09
система О4											
магистраль											
1-2	770	26	37	15	0,037	2,6	96,2	0,7	8	5,48	101,68
2-УУ	320	11	0,5	20	0,027	1	0,5	0,4	3	1,09	1,59
											103,27
Ответвление											
3-4	730	25	10	15	0,037	2,6	26	0,7	4,8	3,29	29,29
4-2	320	11	1,5	20	0,027	1	1,5	0,4	4,6	1,68	3,18
											32,47
$\Delta=69\%$ , устанавливаем балансировочный клапан											

## 2.5 Подбор и предварительная настройка терморегуляторов и балансировочных клапанов

Регулирующую арматуру следует устанавливать во всех помещениях, кроме гардеробных, душевых, санитарных узлов, кладовых, а так же тех, где имеется опасность замерзания теплоносителя (на лестничных клетках, тамбурах и т.п.)

Регулирующую арматуру для отопительных приборов двухтрубных систем отопления следует принимать с повышенным сопротивлением.

Все отопительные приборы снабжены терморегуляторами (термостат) RTD – N, которые автоматически поддерживают заданную температуру воздуха в помещении путем изменения расхода воды через прибор.

В зависимости от диаметра присоединительной трубы подбираем диаметр клапана и по диаграммам гидравлического сопротивления терморегуляторов выбираем их предварительную настройку.

Для увязки систем отопления на гребенке используем ручные балансировочные клапаны MSV-C. Данные клапан подбираются по диаметру трубопровода, на котором он устанавливается.

Подбор клапанов сводится в таблице 9.

Таблица 9- Подбор и предварительная настройка балансировочных клапанов MSV-C.

Система	1	2	3	4	5	6	7
Диаметр клапана	32	25	32	40	40	40	40
Индекс настройки	2	1	2	1	1	1	4

### 3 Вентиляция

Система вентиляции это набор оборудования, аксессуаров и автоматики, спроектированной и смонтированной в единую систему, благодаря которой осуществляется приток свежего воздуха в помещение и вытяжка обратно.

Современные системы вентиляции проектируют на основе импортного оборудования, а также оборудования некоторых российских заводов, работающих в основном, по конверсии. Современные системы вентиляции обеспечивают не только циркуляцию воздуха в помещении, но и его очистку, изменение температуры и влажности, т.е. осуществляется полная обработка воздуха.

#### 3.1 Расчет поступлений тепла в помещения

##### 3.1.1 Теплопоступления от источников искусственного освещения

Количество тепла, (Вт), поступающего в помещение от источников искусственного освещения

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв} \text{ Вт} \quad (3.1.1.1)$$

где E – освещенность, лк;

F- площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;

q<sub>осв</sub> – максимально допустимая удельная установленная мощность светильников. Определяется по табл. 6.3 [4] q<sub>осв</sub> = 0,067 Вт/(м<sup>2</sup>лк);

n<sub>осв</sub> - доля тепла, поступающего в помещение, n<sub>осв</sub> = 1 для ламп находящихся в помещении.

Таблица 10 – Характеристики помещений и источников освещения

N	Наименование, назначение помещения	Тип лампы	Свет светильника	Место расположения светильника	F, м <sup>2</sup>	H, м
6	Банкетный зал на 84 места на 1 этаже	Люмин.	Прямого света	В помещении	141,6	3,3
9	Горячий цех на 1 этаже	Люмин.	Прямого света	В помещении	37,7	3,3

Тогда количество тепла, поступающего от источников искусственного освещения, составит:

Для банкетного зала № 6 :  $Q_1 = 200 \cdot 141,6 \cdot 0,074 \cdot 1 = 2096 \text{ Вт}$

для горячего цеха № 9 :  $Q_2 = 300 \cdot 37,7 \cdot 0,102 \cdot 1 = 1154 \text{ Вт}$

Для банкетных залов №33,34 и горячего цеха №39 расчет производим аналогично.

### 3.1.2 Теплопоступления от солнечной радиации через световые проемы

Количество теплоты, Вт, поступающее в теплый период года через световые проемы,

$$Q_o = (q' * F'_o + q'' * F''_o) * \beta_{cз}; \quad (3.1.2.1)$$

где  $q', q''$  - тепловые потоки, поступающие в помещение через вертикальное остекление, Вт/м<sup>2</sup>;

$F'_o, F''_o$  - площади световых проемов, соответственно облучаемых и не облучаемых прямой солнечной радиацией, м<sup>2</sup>;

$\beta_{cз}$  - коэффициент теплопропускания солнечных устройств. Для окон без солнцезащитных устройств  $\beta_{cз} = 0,9$ .

Для вертикальных остеклений, частично или полностью облучаемых прямой солнечной радиацией,

$$q' = (q_{вп} + q_{бр}) * K_1 * K_2 \quad (3.1.2.2)$$

Для вертикальных остеклений, находящихся в тени,

$$q'' = q_{бр} * K_1 * K_2, \quad (3.1.2.3)$$

где  $q_{вп}, q_{бр}$  - поступление теплоты, Вт/м<sup>2</sup>, соответственно от прямой и рассеянной солнечной радиации;

$K_1$  - коэффициент, учитывающий затенение остекления;

$K_2$  - коэффициент, учитывающий загрязнение остекления.

Из таблицы 3 приложения 12 [2] или по [3] принимаем суммарное количество прямой и рассеянной радиации, поступающих через вертикальное остекление световых проемов, обращенных на восток. Для удобства ведения расчета данные заносим в таблицу 11.



**Таблица 11 - Теплопоступления от прямой и рассеянной солнечной радиации через вертикальные световые проемы**

Часы суток	Количество теплоты, поступающее через вертикальные остекления, Вт/м <sup>2</sup>
	Обращенное на Восток.
4-5	264
5-6	507
6-7	638
7-8	669
8-9	618
9-10	469
10-11	269
11-12	104

Из таблицы 11 видно, что период максимальных поступлений теплоты в помещение наблюдается с 7 до 8 часов.

Количество теплоты в период максимальных поступлений в помещение определяем:

Банкетный зал

$$Q_0 = 669 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 2,7 \cdot 4 \cdot 0,9 = 3510 \text{ Вт}$$

Для банкетных залов №33,34 расчет производим аналогично.

### **3.1.3 Теплопоступления от солнечной радиации через покрытие**

Количество тепла, Вт, поступающее в теплый период года в помещение через горизонтальное покрытие

$$Q_n = (q_0 + \beta \cdot A_q) F, \quad (3.1.3.1)$$

где  $F$  - площадь покрытия помещения, м<sup>2</sup>

$q_0$ -среднесуточное поступление тепла в помещение, Вт/м<sup>2</sup>.

$A_q$ —амплитуда колебаний теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>.

$$q_0 = \frac{1}{R_0} (t_n^{ysl} - t'_{\text{в}}), \quad (3.1.3.2)$$

где  $R_0$ -сопротивление теплопередаче покрытия, м<sup>2</sup>\*°C/Вт, принимаем равной 3,673 м<sup>2</sup>\*°C/Вт.

$t_n^{ysl}$  - условная среднесуточная температура воздуха, °C.

$t'_g$  - внутренняя температура под перекрытием с учетом градиента температур, °С.

$$t_n^{ycl} = t_n + \frac{\rho^* I_{cp}}{\alpha_n}, \quad (3.1.3.3)$$

где  $t_n$  - среднесуточная температура наружного воздуха за июль месяц, °С.

$\rho$  - коэффициент поглощения солнечной радиации материалом, для металла 0,9.

$\alpha_n$  - коэффициент теплопередачи наружной поверхности, Вт/м<sup>2</sup>·°С.

$$\alpha_n = 8,7 + 11,6\sqrt{U} \quad (3.1.3.4)$$

где  $U$  - скорость ветра в теплый период года, м/с.

$$A_q = \alpha_g \cdot A_{\text{вс}}, \quad (3.1.3.5)$$

где  $\alpha_g$  - коэффициент теплопередачи от внутренней поверхности покрытия, Вт/м<sup>2</sup>·°С.

$A_{\text{вс}}$  - амплитуда колебаний температур внутренней поверхности покрытия °С.

$$A_{\text{вс}} = \frac{A_{t_n}^{\text{расч}}}{\gamma}, \quad (3.1.3.6)$$

где  $A_{t_n}^{\text{расч}}$  - расчетная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха, °С.

$\gamma$  - величина затухания расчетной амплитуды,  $\gamma = 8,7 \cdot R_0$ .

### **3.1.4 Теплопоступления, влагопоступления и поступления углекислого газа от людей.**

Тепловыделения человека складываются из отдачи явного и скрытого тепла и зависят от вида выполняемой работы, температуры внутреннего воздуха и теплозащитных свойств одежды. От этих же факторов зависят и поступления в помещение влаги от человека. При определении тепло-влагопоступлений и поступления СО<sub>2</sub> от людей используются данные по удельным количествам указанных вредностей от одного человека.

Теплопоступления от людей, Вт:

$$Q_{\text{чел}} = q_n \cdot n, \quad (3.1.4.1)$$

где  $q_n$  - полное тепловыделение одним человеком, Вт;

$n$  - количество человек в помещении, для банкетного зала № 6 -  $n = 84$  чел, для горячего цеха № 9 - 10 чел.;

Количество влаги  $W$ (кг/ч), выделяемой людьми, зависит от нормы влаговыделений одним человеком  $W_i$  (г/ч).

$$W = W_i \cdot n \quad (3.1.4.2)$$

Поступления углекислого газа от людей (одинаково для теплого и холодного периодов), г/час

$$M = M_i \cdot n \quad (3.1.4.3)$$

где  $M_i$  - количество углекислого газа, выделяемого одним человеком.

Банкетный зал № 6:

Холодный и переходный период при  $t_B=16^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{явн}} = 115,6 \cdot 84 = 9710 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{пол}} = 155,8 \cdot 84 = 13087 \text{ Вт}$$

$$W = 59 \cdot 84 = 4959 \text{ г/ч}$$

$$M = 40 \cdot 84 = 3360 \text{ г/ч}$$

Теплый период при  $t_B=25,5^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{явн}} = 64 \cdot 84 = 5376 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{пол}} = 145 \cdot 84 = 12180 \text{ Вт}$$

$$W = 115 \cdot 84 = 9660 \text{ г/ч}$$

$$M = 40 \cdot 84 = 3360 \text{ г/ч}$$

Горячий цех № 9:

Холодный и переходный период при  $t_B=5^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{явн}} = 172 \cdot 10 = 1720 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{пол}} = 285 \cdot 10 = 2850 \text{ Вт}$$

$$W = 75 \cdot 10 = 750 \text{ г/ч}$$

$$M = 63 \cdot 10 = 630 \text{ г/ч}$$

Теплый период при  $t_B=25,5^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{явн}} = 70 \cdot 100 = 700 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{пол}} = 197 \cdot 100 = 1970 \text{ Вт}$$

$$W = 185 \cdot 10 = 1850 \text{ г/ч}$$

$$M = 63 \cdot 10 = 630 \text{ г/ч}$$

Для банкетных залов №33,34 и горячего цеха №39 расчет производим аналогично.

### 3.1.5 Тепlopоступления от нагретого оборудования

Поступление тепла от нагретого оборудования:

$$Q_T = N \cdot k_{\text{загр}} \cdot k_{\text{одн}} \cdot k_{\text{м.о.}} \text{ Вт} \quad (3.1.5.1)$$

где  $N$  - мощность оборудования, кВт;

$k_{\text{загр}}$  - коэффициент загрузки электрооборудования, принимаем для электроплит – 0,65, для электросковород, жарочных шкафов– 0,5, для прочего оборудования– 0,3;

$k_{\text{одн}}$  - коэффициент одновременности работы электрического оборудования, в столовых, кафе – 0,8;

$k_{\text{м.о.}}$  - коэффициент местных отсосов - 0,3

Горячий цех № 6 :

$$Q_{\text{эл}} = (4 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot 0,3) + (8 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,3) + (24 \cdot 0,3 \cdot 0,8 \cdot 0,3) + (5 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,3) = 6300 \text{ Вт}$$

Для горячего цеха №39 расчет производим аналогично.

### 3.1.6 Баланс помещений по вредностям

Расчет поступления теплоты, влаги и газов в помещение завершается составлением сводной таблицы 12 выделения теплоты  $Q_{\text{изб.}}^{\text{пол}}$ ,  $Q_{\text{изб.}}^{\text{явн}}$ , влаги  $W$ , газов  $M$  для трех периодов года.

Для холодного и переходного периодов года, следует принять условие компенсации теплотерь через ограждающие конструкции системой отопления, и в дальнейшем все теплоступления учитывать как избыточные.

$$Q_{изб} = Q_{чел} + Q_{осв}; \quad (3.1.6.1)$$

Для теплого периода следует дополнительно учитывать теплоступления от солнечной радиации (через остекление и через покрытия)

$$Q_{изб} = Q_{чел} + Q_{осв} + Q_o + Q_n; \quad (3.1.6.2)$$

Расчет теплоступлений, влагоступлений и газоступлений сводим в таблицу 12.

Таблица 12 - Сводная таблица вредных выделений в помещениях

Наименование помещения	Период года	$t_b, ^\circ C$	$Q_{изб.}^{пол}, Вт$	$Q_{изб.}^{явн}, Вт$	$W, г/ч$	$M, г/ч$
Банкетный зал на 84 пос. места	Теплый	25,5	9410	7900	9660	4032
	Переходный	16	9924	8495	12375	4032
	Холодный	16	8297	8495	9900	4032
Горячий цех	Теплый	25,5	9424	8154	1850	630
	Переходный	5	10304	9174	750	630
	Холодный	5	10304	9174	750	630

## 3.2 Расчет воздухообмена в помещении

### 3.2.1 Параметры воздуха в вентиляционном процессе

Температура удаляемого воздуха из верхней зоны помещения,

$$t_y = t_g + (H - 2)gradt, \quad (3.2.1.1)$$

где  $t_b$  – расчетная температура внутреннего воздуха в помещении  $^\circ C$ ;

$H$  – высота помещения, м;

$grad t$  – температурный градиент, в зависимости от удельного теплоступления,

Для теплого периода:

$$t_y = 25,5 + (3,3 - 2) \cdot 1,5 = 27,5^\circ C$$

Для переходного периода:

$$t_y = 16 + (3,3 - 2) \cdot 0,8 = 17^\circ \text{C}$$

Для холодного периода:

$$t_y = 16 + (3,3 - 2) \cdot 0,8 = 17^\circ \text{C}$$

Температура приточного воздуха в холодный период следует принимать на 4-6°C ниже, чем температура внутреннего воздуха.  $t_{\text{пр}} = 12^\circ \text{C}$ .

Для теплого периода температура приточного воздуха равна температуре наружного воздуха по параметру А,  $t_{\text{пр}} = 22,5^\circ \text{C}$ .

Концентрация углекислого газа в удаляемом воздухе для учреждений  $C_y = 2 \text{ г/м}^3$ , Концентрация  $\text{CO}_2$  в наружном или приточном воздухе  $C_n$  для больших городов  $0,8 \text{ г/м}^3$ .

### 3.2.2 Определение параметров влажного воздуха по I-d диаграмме

В помещениях с тепло- и влаговыделениями воздухообмен определяют по I-d диаграмме с одновременным учетом изменения энтальпии и влагосодержания воздуха.

Основной характеристикой изменения параметров воздуха в помещении является угловой коэффициент луча процесса, кДж/кг

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{изб}}^n}{W} \quad (3.2.2.1)$$

Для теплого периода года:

$$\varepsilon_1 = \frac{3,6 \cdot 17786}{9,66} = 6628 \text{ кДж/кг}$$

Для холодного и переходного периодов:

$$\varepsilon_1 = \frac{3,6 \cdot 15183}{4,936} = 11074 \text{ кДж/кг}$$

### 3.2.3 Определение расчетных воздухообменов

Расчет воздухообменов  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ,  $G_4$  производится для трех периодов года, исходя из условий ассимиляции поступающих вредностей.

Воздухообмен по избыткам явной теплоты:

$$G_1 = \frac{Q_{изб}^я}{0,278(t_y - t_n)}, \quad (3.2.3.1)$$

по избыткам полной теплоты:

$$G_2 = \frac{Q_{изб}^{пол}}{0,278(I_y - I_n)}, \quad (3.2.3.2)$$

по избыткам влаги:

$$G_3 = \frac{W}{(d_y - d_n)}, \quad (3.2.3.3)$$

по газовым выделениям:

$$G_4 = \frac{M}{C_y - C_n}. \quad (3.2.3.4)$$

где  $Q_{изб}^{пол}$ ,  $Q_{изб}^я$  – избытки полной и явной теплоты в помещении, Вт;

$W$  – избытки влаги в помещении, кг/ч;

$M$  – количество газов, выделяющихся в помещении, г/ч;

$t_y$ ,  $t_n$  – температура удаляемого и приточного воздуха, °С;

$I_y$ ,  $I_n$  – энтальпии воздуха, кДж/кг;

$C_y$ ,  $C_n$  – содержание углекислого газа в воздухе, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_y$ ,  $\rho_n$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

При выделении нескольких вредностей в помещение одновременно воздухообмен определяется по каждой из них в отдельности, за расчетный принимается больший. Объемное количество воздуха, м<sup>3</sup>/ч, определяем по формуле

$$L = \frac{G}{\rho} \quad (3.2.3.5)$$

где  $G$  – воздухообмен, кг/ч;

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

После расчета воздухообмена по вредностям определяется минимальный воздухообмен в рассчитываемом помещении. Минимальный воздухообмен в помещении определяют из расчета на одного человека 60 м<sup>3</sup>/ч.

Результаты расчета воздухообменов по всем видам вредностей для трех периодов года сводим в таблицу 13.

Таблица 13 - Расчетные воздухообмены по вредностям

Наименование помещения	Период года	Воздухообмен, кг/ч					
		По явным тепло-избыткам	По полным тепло-избыткам	По влагот-избыткам	По газовы-делениям	min.допустимые	Расчетный
Банкетный зал	Теплый	7900	9410	9660	4032	6018	9660
	Переходный	8495	9924	12375	4032	6245	12375
	Холодный	8495	8297	9900	4032	6245	9900
Горячий цех	Теплый	8154	9424	850	630	716,4	9242
	Переходный	9174	10304	75	630	743,4	10304
	Холодный	9174	10304	75	630	743,4	10304

### 3.2.4 Определение воздухообменов по нормативным кратностям

Для вспомогательных помещений воздухообмены определяются по нормативным кратностям, которые приведены в СНиП «Общественные здания и сооружения».

В помещениях, для которых даны кратности по притоку и вытяжке, воздухообмены, м<sup>3</sup>/ч, определяются

$$L = kV, \quad (3.2.4.1)$$

где  $k$  – нормируемая кратность воздухообмена;

$V$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

Значения нормируемой кратности и воздухообмены приведены в таблице 14.



Таблица 14 - Нормируемые кратности и воздухообмен в помещениях

№ помещения	Наименование помещения	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Кратность		Воздухообмен, м <sup>3</sup> /ч		Примечание
			приток	вытяжка	приток	вытяжка	
1	2	3	4	5	6	7	8
Подвал							
45	Кладовая сухих продуктов	40	-	1	-	40	В1
47	Машинное отделение	50	-	4	-	200	В1
49	Охлаждаемая камера овощей и фруктов	40	6	6	240	240	ВЕ2, П2
50	Насосная	20	-	2	-	40	В1
51	Первичная обработка овощей	50	25	4	1250	200	В8, П2
52	Кладовая овощей	30	-	2	-	60	В1
53	Кладовая моющих средств	8	-	10	-	80	В1
54	Коридор	120	4,3	-	520	-	П2
55	Комната хранения уборочного инвентаря	20	-	1	-	20	В1
56	Электрощитовая	30	-	1	-	30	ВЕ1
1 этаж							
2	Вестибюль	250	1,5	-	370	-	П1
3	Гардероб	120	-	1	-	120	ВЕ5
4	Сан.узлы	-	-	-	-	325	В4, В5
7	Раздаточная	60	-	1	-	60	В11
8	Холодный цех	35	-	4,6	-	160	В11
10	Венткамера	115	2	-	230	-	П1
11	Цех мучных изделий	65	7,4	2,2	480	140	П2, В11
12	Овощной цех	80	11,9	4	950	320	П2, В11
13	Кладовая суточного запаса продуктов	40	-	2	-	80	ВЕ6
14	Моечная кухонной посуды	20	59	6	1180	120	П2, В11
15	Помещение обработки яиц	20	60	6	1200	120	П2, В11
16	Моечная столовой посуды	30	43,3	6	1300	180	П2, В11
17	Гардеробная для персонала	120	2	2	240	240	П2, ВЕ3
18	Тамбур	15	10	-	150	-	П2
19	Душевые	-	-	-	-	225	В4
20	Бельевая	10	-	2	-	20	В4
21	Коридоры	280	5	-	1550	-	П2, П1
22	Кладовая, моечная тары	20	59	6	1180	120	П2, В11

Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8
23	Охлаждаемая камера отходов	21	-	12,8	-	270	B3
24	Моечная	10	25	-	250	-	П2
25	Машинные отделения охлаждаемых камер	40	-	4	-	160	B2, B14
26	Комната уборочного инвентаря	20	-	1	-	20	BE4
29	Мясо-рыбный цех	70	19	4	1330	280	B11
2 этаж							
31	Бухгалтерия	65	2,8	2,8	180	180	П1, B13
32	Кабинет руководителя	90	1	1	90	90	П1, B13
35	Помещение заведующего производством	75	2	2	150	150	П1, B13
36	Кладовая суточного запаса продуктов	50	-	1	-	50	BE7
37	Моечные столовой посуды	70	53,7	6,9	3760	480	П1, B11
38	Сервизная	40	1	1	40	40	П1, B11
40	Моечная кухонной посуды	25	9,8	7,2	1120	180	П1, B11
41	Холодный цех и хлеборезка	60	-	4	-	240	B11
43	Сан.узлы	65	-	-	-	500	B5, B6
44	Комната уборочного инвентаря	20	-	1	-	20	BE4

### 3.2.5 Составление воздушного баланса

Воздушный баланс составляют для трех периодов года. Расчетные воздухообмены, как по вредностям, так и по номеруемой кратности для всех помещений заносят в таблицу 15. При этом в начале составляют баланс в кг/ч, а затем определяют объемное количество воздуха в м<sup>3</sup>/ч.

После составления таблицы 15 необходимо для каждого периода определить суммарные и весовые объемные расходы приточного воздуха по этажам и по зданию в целом. При этом весовые расходы притока и вытяжки в кг/ч, должны быть равными. Как правило, суммарный расход вытяжки превышает притока. Поэтому полученную разность расходов необходимо подать для соблюдения воздушного баланса в коридоры, вестибюли, холлы.

Таблица 15- Воздушный баланс

Наименование помещения	Объем м <sup>3</sup>	Приточная вентиляция			Вытяжная вентиляция			Период года
		<u>G,кг/ч</u> L,м3/ч	К	Система	<u>G,кг/ч</u> L,м3/ч	К	Система	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Подвал								
Кладовая сухих продуктов	40	-	-	-	<u>47</u> 40	1	В1	Теплый
		-			<u>48,7</u> 40			Холодный и переходный
Машинное отделение	50	-	-	-	<u>235</u> 200	4	В1	Теплый
		-			<u>243,4</u> 200			Холодный и переходный
Охлаждаемая камера овощей и фруктов	40	<u>286,6</u> 240	6	П2	<u>282</u> 240	6	ВЕ2	Теплый
		<u>297,4</u> 240			<u>292</u> 240			Холодный и переходный
Насосная	20	-	-	-	<u>47</u> 40	2	В1	Теплый
		-			<u>48,7</u> 40			Холодный и переходный
Первичная обработка овощей	50	<u>1492,5</u> 1250	25	П2	<u>235</u> 200	4	В8	Теплый
		<u>1548,8</u> 1250			<u>243,4</u> 200			Холодный и переходный
Кладовая овощей	30	-	-	-	<u>70,5</u> 60	2	В1	Теплый
		-			<u>73</u> 60			Холодный и переходный
Кладовая моющих и дезинфицирующих средств	8	-	-	-	<u>94</u> 80	10	В1	Теплый
		-			<u>97,4</u> 80			Холодный и переходный
Коридор	120	<u>620,9</u> 520	4,3	П2	-	-	-	Теплый
		<u>644,3</u> 520			-			Холодный и переходный
Комната хранения уборочного инвентаря	20	-	-	-	<u>23,5</u> 20	1	В1	Теплый
		-			<u>24,3</u> 20			Холодный и переходный
Электрощитовая	30	-	-	-	<u>35,3</u> 30	1	ВЕ1	Теплый
		-			<u>36,5</u> 30			Холодный и переходный

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 этаж								
Вестибюль	250	<u>442,9</u> 370	1,5	П1	-	-	-	Теплый
		<u>458,4</u> 370			-			Холодный и переходный
Гардероб	120	-	-	-	<u>141</u> 120	1	BE5	Теплый
		-			<u>146</u> 120			Холодный и переходный
Сан.узлы	-	-	-	-	<u>381,9</u> 325	-	B4, B5	Теплый
		-			<u>395,5</u> 325			Холодный и переходный
Банкетный зал на 84 посадочных места	425	<u>3009</u> 2520	5,9	П4	<u>1198,5</u> 1020	2,4	B10	Теплый
		<u>3122,3</u> 2520			<u>1241,4</u> 1020			Холодный и переходный
Раздаточная	60	-	-	-	<u>70,5</u> 60	1	B11	Теплый
		-			<u>73</u> 60			Холодный и переходный
Холодный цех	35	-	-	-	<u>188</u> 160	4,6	B11	Теплый
		-			<u>194,7</u> 160			Холодный и переходный
Горячий цех	115	<u>7737</u> 6480	56, 4	П2	<u>423</u> 360	3,1	B11	Теплый
		<u>8020,7</u> 6480			<u>438</u> 360			Холодный и переходный
Венткамера	115	<u>274,6</u> 230	2	П1	-	-	-	Теплый
		<u>284</u> 230			-			Холодный и переходный
Цех мучных изделий	65	<u>573</u> 480	7,4	П2	<u>164,5</u> 140	2,2	B11	Теплый
		<u>597</u> 480			<u>170,4</u> 140			Холодный и переходный
Овощной цех	80	<u>1134</u> 950	11, 9	П2	<u>376</u> 320	4	B11	Теплый
		<u>1177</u> 950			<u>389</u> 320			Холодный и переходный
Кладовая суточного запаса продуктов	40	-	-	-	<u>94</u> 80	2	BE6	Теплый
		-			<u>97,4</u> 80			Холодный и переходный

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Моечная кухонной посуды	20	<u>1409</u> 1180	59	П2	<u>141</u> 120	6	В11	Теплый
		<u>1462</u> 1180			<u>146</u> 120			Холодный и переходный
Помещение обработки яиц	20	<u>1433</u> 1200	60	П2	<u>141</u> 120	6	В11	Теплый
		<u>1487</u> 1200			<u>146</u> 120			Холодный и переходный
Моечная столовой посуды	30	<u>1552</u> 1300	43, 3	П2	<u>211,5</u> 180	6	В11	Теплый
		<u>1611</u> 1300			<u>219,1</u> 180			Холодный и переходный
Гардеробная для персонала	120	<u>286,6</u> 240	2	П2	<u>282</u> 240	2	ВЕ3	Теплый
		<u>297</u> 240			<u>292</u> 240			Холодный и переходный
Тамбур	15	<u>179</u> 150	10	П2	-	-	-	Теплый
		<u>185,9</u> 150			-			Холодный и переходный
Душевые	-	-	-	-	<u>264</u> 225	-	В4	Теплый
		-			<u>274</u> 225			Холодный и переходный
Бельевая	10	-	-	-	<u>235</u> 20	2	В4	Теплый
		-			<u>24,3</u> 20			Холодный и переходный
Коридоры	280	<u>1373</u> 1150	5	П2, П1	-	-	-	Теплый
		<u>1425</u> 1150			-			Холодный и переходный
Кладовая, моечная тары	20	<u>1409</u> 1180	59	П2	<u>141</u> 120	6	В11	Теплый
		<u>1462</u> 1180			<u>146</u> 120			Холодный и переходный
Охлаждаемая камера отходов	21	-	-	-	<u>317,3</u> 270	12, 8	В3	Теплый
		-			<u>329</u> 270			Холодный и переходный
Моечная	10	<u>298,5</u> 250	25	П2	-	-	-	Теплый
		<u>309,8</u> 250			-			Холодный и переходный
Машинные отделения охлаждаемых камер	40	-	-	-	<u>188</u> 160	4	В2, В14	Теплый
		-			<u>194,7</u> 160			Холодный и переходный

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Комната уборочного инвентаря	20	-	-	-	<u>23,5</u> 20	1	BE4	Теплый
		-			<u>24,3</u> 20			Холодный и переходный
Мясо-рыбный цех	70	<u>1588</u> 1330	19	П2	<u>329</u> 280	4	B11	Теплый
		<u>1611</u> 1300			<u>341</u> 280			Холодный и переходный
2 этаж								
Бухгалтерия	65	<u>215</u> 180	2,8	П1	<u>212</u> 180	2,8	B13	Теплый
		<u>223</u> 180			<u>219,1</u> 180			Холодный и переходный
Кабинет руководителя	90	<u>107,5</u> 90	1	П1	<u>105,8</u> 90	1	B13	Теплый
		<u>111,5</u> 90			<u>109,5</u> 90			Холодный и переходный
Обеденный зал для преподавателей на 60 посадочных мест	415	<u>2639</u> 2210	5,3	П3	<u>987</u> 840	2	B9	Теплый
		<u>2738,2</u> 2210			<u>1022</u> 840			Холодный и переходный
Обеденный зал для студентов на 156 посадочных мест	640	<u>5886</u> 4930	7,7	П3	<u>4794</u> 4080	6,4	B9	Теплый
		<u>6108</u> 4930			<u>4965</u> 4080			Холодный и переходный
Помещение заведующего производством	75	<u>179</u> 150	2	П1	<u>176,3</u> 150	2	B13	Теплый
		<u>185,9</u> 150			<u>182,6</u> 150			Холодный и переходный
Кладовая суточного запаса продуктов	50	-	-	-	<u>58,8</u> 50	1	BE7	Теплый
		-			<u>60,9</u> 50			Холодный и переходный
Моечные столовой посуды	70	<u>4489</u> 3760	53, 7	П1	<u>564</u> 480	6,9	B11	Теплый
		<u>4658,6</u> 3760			<u>584,2</u> 480			Холодный и переходный
Сервизная	40	<u>47,8</u> 40	1	П1	<u>47</u> 40	1	B11	Теплый
		<u>49,6</u> 40			<u>48,7</u> 40			Холодный и переходный
Горячий цех	190	<u>9575,9</u> 8020	42, 2	П1	<u>705</u> 600	3,2	B11	Теплый
		<u>9936,8</u> 8020			<u>730</u> 600			Холодный и переходный

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Моечная кухонной посуды	25	$\frac{1456,7}{1220}$	9,8	П1	$\frac{211,5}{180}$	7,2	В11	Теплый
		$\frac{1511,6}{1220}$			$\frac{219,1}{180}$			Холодный и переходный
Холодный цех и хлеборезка	60	-	-	-	$\frac{282}{240}$	4	В11	Теплый
		-			$\frac{292,1}{240}$			Холодный и переходный
Сан.узлы	65	-	-	-	$\frac{587,5}{500}$	-	В5, В6	Теплый
		-			$\frac{608,5}{500}$			Холодный и переходный
Комната уборного инвентаря	20	-	-	-	$\frac{23,5}{20}$	1	ВЕ4	Теплый
		-			$\frac{24,3}{20}$			Холодный и переходный

Расчетным является теплый период.

### 3.3 Выбор принципиальных и конструктивных схем вентиляции

При разработке схем, прежде всего, выбирают места расположения приточных и вытяжных камер. Приточные камеры служат для обработки и подачи воздуха и располагаются в подвале или в изолированном помещении первого этажа. Вытяжные камеры располагают на чердаке, на перекрытиях лестничных клеток или вблизи капитальных стен, чтобы уменьшить вибрацию перекрытия. Как приточные, так и вытяжные камеры располагают по возможности центрально по отношению к обслуживаемым помещениям с тем, чтобы радиус действия систем и, соответственно, потери давления в них были минимальными.

Приточные камеры не разрешается размещать непосредственно под жилыми комнатами, классами, аудиториями и другими помещениями, требующими пониженного уровня шума.

Подачу воздуха системами приточной вентиляции в здание производим непосредственно в помещениях постоянного пребывания людей.

В системах принимаем:

- металлические воздуховоды из листовой стали прямоугольного сечения;
- металлические воздуховоды из листовой стали круглого сечения;
- кирпичные каналы в стенах.

В качестве воздухораспределителей принимаем:

- решетки воздухораспределительные АМР;
- решетки воздухораспределительные АМН;

Во всех вытяжных системах установлены обратные клапаны из гальванизированной стали.

### 3.4 Организация воздухообмена в помещении

Организация воздухообмена в помещении включают выбор схемы воздухообмена, способа подачи и удаления воздуха, определение скорости движения и температуры воздуха в обслуживаемой зоне.

В здании комбината питания проектируем механическую общеобменную приточную вентиляцию, соответственно П1 и П2.

Механическую вытяжную вентиляцию предусматриваем общеобменную.

В здании приток и удаление воздуха осуществляем по схеме "сверху - вверх".

У наружных дверей устанавливаем электрические воздушные тепловые завесы периодического действия.

### 3.5 Аэродинамический расчет вентиляционных систем

Аэродинамический расчет выполняется с целью определения сечений воздуховодов и суммарных потерь давления по участкам основного направления (магистральной) с увязкой всех остальных участков системы.

Перед началом расчета вычерчивают аксонометрические схемы воздуховодов систем вентиляции, на которых указывается номер, расход воздуха и длина участков.

Расчет выполняют по методу удельных потерь давления, согласно которому потери давления, Па, на участке воздуховода определяются

$$\Delta P = Rl\beta + z \quad (3.5.1)$$

где  $R$  – удельные потери давления на трение на 1 м стального воздуховода, Па/м;

$\beta$  – коэффициент шероховатости, для стальных воздуховодов 1;

$l$  – длина участка, м;

$z$  – потери давления в местных сопротивлениях, Па

$$Z = \sum \xi \cdot P_{\text{дин}}, \quad (3.5.2)$$

где  $\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;

$P_{\text{дин}}$  – динамическое давление воздуха, Па.

Правильности учета потерь давления в местных сопротивлениях следует уделять особое внимание, т.к. доля их в общих потерях давления весьма значительна.

Аэродинамический расчет системы вентиляции состоит из двух этапов: расчета основного направления (магистральной) и увязки всех остальных участков системы. Расчет ведется в следующей последовательности:

1. С аксонометрической схемы заносим в таблицу 16 номера участков, расход воздуха, длину участков.



2. Определяем ориентировочное значение площади сечения воздуховодов

$$F = \frac{L}{3600v}; \quad (3.5.3)$$

где  $L$  – расход воздуха на участке  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$V_{\text{рек}}$  – рекомендуемая скорость воздуха,  $\text{м/с}$ ,  $v$  – 5-8  $\text{м/с}$ ;

3. По полученному значению принимаем стандартную площадь и сечение воздуховода. Определяем эквивалентный диаметр по скорости.

4. Определяет фактическое значение скорость воздуха,  $\text{м/с}$ , определяют с учетом площади сечения принятого стандартного воздуховода

$$v = \frac{L}{3600F} \quad (3.5.4)$$

5. Определяем удельные потери давления на трение, ориентируясь на эквивалентный диаметр и скорость по таблицам.

6. Из таблиц выписываем значение динамического давления.

7. Определяем потери давления на трение,  $\text{Па}$ , определяем по формуле

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot \beta \cdot l \quad (3.5.5)$$

8. Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений, используя таблицы местных сопротивлений [11], [13].

9. Определяем потери давления в местных сопротивлениях,  $\text{Па}$ , по формуле

$$Z = \sum \xi \cdot P_{\text{дин}} \quad (3.5.6)$$

10. Общие потери давления на участке,  $\text{Па}$ ;

$$\Delta P = Rl\beta + z \quad (3.5.7)$$

11. Производим увязку ответвлений с магистралью

$$\Delta = \frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{маг}}} \cdot 100 \leq 15\% \quad (3.5.8)$$

Произведем аэродинамический расчет систем ПЗ, П4, В4, В11. Остальные системы рассчитываются аналогично.

Расчет сводим в таблицу 16.

Таблица 16 Аэродинамический расчет систем вентиляции

№ уч- ка	Расход воздуха L, м3/ч	размеры воздухов ода ахб, мм	диаме тр эквива- лентн ый d <sub>э</sub> , мм	Площад ь сечения воздухо- вода F, м <sup>2</sup>	Длина возду- ховода L, м	Скор- ть движ- ения воздух а U, м/с	Козф- фицие нт шерох оватос ти β	Дина- ми- ческое давлени е воздуха Рд, Па	Удель- ная потеря давлени е на трение R, Па/м	Потеря давлени я по всему участку β*R*L, Па	Козф- фициент местног о сопроти вления, К	Потери давления на местные сопротив- ления Pz, Па	Общая потеря давлени я на участке PR*L+ Pz, Па	Сумм ар- ные потер и Р, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Система П4</b>														
Основная магистраль														
1	420	200x200		0,04	1,62	3,0	1,0	5,4	0,6	0,972	2,65	14,31	15,29	15,29
2	840	250x200		0,05	1,82	4,7	1,0	15	1,3	2,368	1,5	22,5	24,86	40,15
3	1260	300x200		0,06	2,22	5,8	1,0	21,6	1,7	3,774	0,5	10,8	14,574	54,72
4	1680	400x200		0,08	1,98	5,8	1,0	21,6	1,5	2,97	0,5	10,8	13,77	68,5
5	2100	500x200		0,1	1,75	5,8	1,0	21,6	1,37	2,4	0,5	10,8	13,2	81,7
6	2520	500x200		0,1	7,55	7	1,0	29,4	1,88	14,2	4,5	132,3	146,5	228,2
<b>Система В10</b>														
Основная магистраль														
1	170	200x150		0,03	2,7	1,57	1,0	1,5	0,24	0,648	2,65	3,98	4,63	4,63
2	240	200x200		0,04	9,5	1,67	1,0	1,9	0,25	2,375	1,5	2,85	5,23	9,86
3	510	200x200		0,04	8,0	3,55	1,0	7,3	0,79	6,32	1,3	9,49	15,81	25,67
4	1020	200x300		0,06	16,2	4,72	1,0	12,1	1,1	17,82	3,5	42,35	60,17	85,84
Ответвление														
5	170	200x150		0,03	2,7	1,57	1,0	1,5	0,24	0,648	2,65	3,98	4,63	4,63
6	240	200x200		0,04	3,65	1,67	1,0	1,9	0,25	0,913	1,4	2,66	3,57	8,2
7	510	200x200		0,04	3,0	3,55	1,0	7,3	0,79	2,37	1,3	9,49	11,86	20,06
Δ= 76,6 %, устанавливаем диафрагму 78*178														
<b>Система В4</b>														
1	75	200x100		0,02	2,0	1,1	1,0	0,75	0,175	0,35	2,65	1,98	2,33	2,33
2	95	200x100		0,02	1,5	1,4	1,0	1,2	0,26	0,39	0,2	0,24	0,63	2,96
3	170	200x100		0,02	1,5	2,4	1,0	3,7	0,73	1,09	0,15	0,55	1,64	4,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	320	200x100		0,02	1,8	4,44	1,0	12,1	2	3,6	1,5	18,2	21,8	26,4
5	320	Ø160		0,02	13	4,44	1,0	12,1	1,62	21,06	4,09	49,5	70,56	96,96
Система ПЗ														
Основная магистраль														
1	410	200x200		0,04	1,62	2,85	1,0	4,3	0,52	0,84	3,425	14,73	15,57	15,57
2	820	250x200		0,05	1,82	4,56	1,0	12,1	1,1	2,0	1,5	18,15	20,15	35,72
3	1230	300x200		0,06	2,37	5,7	1,0	19,5	1,4	3,32	0,2	29,25	32,57	68,29
4	1640	400x200		0,08	1,82	5,7	1,0	19,5	1,35	2,46	0,59	11,51	13,97	82,26
5	2050	500x200		0,1	1,75	5,7	1,0	19,5	1,25	2,19	2,8	54,6	56,79	139,1
6	2460	500x200		0,1	16,0	5,7	1,0	19,5	1,25	20	2	39	59	198,1
7	4930	500x400		0,2	14,0	6,85	1,0	27,5	0,98	13,72	3,5	96,25	109,97	308,0
8	7140	1200x500		0,6	2,0	3,3	1,0	6,5	0,15	0,3	1,3	8,45	8,75	316,8
Ответвление														
9	400	200x200		0,04	1,62	2,7	1,0	4,2	0,5	0,81	3,425	14,39	15,2	15,2
10	800	250x200		0,05	1,82	4,44	1,0	11,9	1,0	1,82	1,5	17,85	19,67	34,87
11	1200	300x200		0,06	2,37	5,56	1,0	19,0	1,3	3,09	0,2	3,8	6,89	41,76
12	1620	400x200		0,08	1,82	5,63	1,0	19,0	1,29	2,35	1,8	34,2	36,55	78,31
13	2040	500x200		0,1	1,75	5,67	1,0	19,0	1,23	2,15	2,7	51,3	53,45	131,7
14	2470	500x200		0,1	12	6,87	1,0	27,5	1,7	20,4	1,8	49,5	69,9	201,7
Δ= 36 %, устанавливаем диафрагму 78*122														
Ответвление														
15	360	250x200		0,05	1,76	2,0	1,0	2,4	0,26	0,46	2,65	6,36	6,82	6,82
16	720	250x200		0,05	1,8	4,0	1,0	9,6	0,88	1,59	0,2	1,92	3,51	10,33
17	1100	250x200		0,05	19,5	6,1	1,0	21,6	1,8	35,1	1,76	38,01	73,11	83,44
18	2210	400x200		0,08	8,45	7,68	1,0	31,5	2,1	17,75	2,8	88,2	105,95	189,4
Δ= 40 %, устанавливаем диафрагму 78*122														
Ответвление														
19	360	250x200		0,05	1,76	2,0	1,0	2,4	0,26	0,46	2,65	6,36	6,82	6,82
20	720	250x200		0,05	1,8	4,0	1,0	9,6	0,88	1,59	0,2	1,92	3,51	10,33
21	1100	250x200		0,05	7,5	6,1	1,0	21,6	1,8	13,5	1,3	28,08	41,58	51,91
Δ= 84 %, устанавливаем диафрагму 78*178														

$\Delta = 40\%$ , устанавливаем диафрагму 78\*122

$\Delta = 84 \%$ , устанавливаем диафрагму 78\*178

### 3.6 Расчет и подбор вентиляционного оборудования

#### 3.6.1 Расчет калориферов

В системах приточной вентиляции для нагрева воздуха в холодный и переходный периоды следует применять пластинчатые воздухонагреватели, работающие на теплоносителе – вода.

Расчет калориферов производится в следующей последовательности:

1. Расход тепла на нагревание воздуха

$$Q = 0,278G(t_k - t_n) \quad (3.6.1.1)$$

где  $G$  – весовое количество нагреваемого воздуха, кг/ч;

$t_k$  и  $t_n$  – конечная и начальная температуры воздуха.

2. Задаемся массовой скоростью  $(v\rho) = 7 \text{ кг/м}^2\text{с}$  и определим требуемую площадь живого сечения калорифера по воздуху,  $\text{м}^2$

$$f_0 = \frac{G}{(v\rho)} \quad (3.6.1.2)$$

3. Принимаем по [6] калорифер

4. Действительная массовая скорость для принятого калорифера

$$(v\rho) = \frac{G}{3600 f_0^{\phi}} \quad (3.6.1.3)$$

5. Скорость движения теплоносителя в трубах калорифера

$$v = \frac{3.6Q}{1000c_{\text{в}}f_{\text{тр}}(t_{\text{зоп}} - t_{\text{обп}})n \cdot 3600} \quad (3.6.1.4)$$

где  $Q$  – расход тепла на нагревание воздуха, Вт;

$c_{\text{в}}$  – удельная теплоемкость воды, 4,19 кДж/кг°C;

$f_{\text{тр}}$  – площадь живого сечения трубок калорифера;

$t_{\text{гор}}$ ,  $t_{\text{обп}}$  – температура воды в подающей и обратной линиях, °C;

$n$  – количество калориферов.

6. Коэффициент теплопередач установки  $k = 38 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$ .

7. Находим поверхность нагрева калориферной установки

$$F = \frac{Q}{k(T_{\text{ср}} - t_{\text{ср}})} \quad (3.6.1.5)$$

где  $T_{\text{ср}}$  – средняя температура теплоносителя, °C;

$t_{cp}$  – средняя температура воздуха, °C.

8. Определяем общее количество калориферов в установке

$$N = \frac{F_K}{F} \quad (3.6.1.6)$$

9. Округлив количество калориферов до целого числа  $N$ , определяем поверхность нагрева калориферной установки  $m^2$ .

$$F_\phi = F_K N \quad (3.6.1.7)$$

10. Определяем запас площади нагрева  $\delta$ , который не должен превышать 10%

$$\delta = \frac{F_\phi - F_K}{F_\phi} 100\% \leq 10\% \quad (3.6.1.8)$$

В случае, если  $\delta \geq 10\%$ , следует принимать другую модель или номер калорифера.

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \cdot 1580,2(16 + 40) = 24600 \text{ Вт} \\ f_0 &= \frac{1580,2}{(7 \cdot 3600)} = 0,39 \text{ м}^2 \\ (v\rho) &= \frac{1580,2}{3600 \cdot 0,189} = 12,1 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}) \\ v &= \frac{3,6 \cdot 152647}{1000 \cdot 4,19(150 - 70) \cdot 0,00111 \cdot 2 \cdot 3600} = 0,21 \text{ м}/\text{с} \\ F &= \frac{152647}{38 \cdot (110 - 28)} = 49 \text{ м}^2 \\ T_{cp} &= 0,5 \cdot (150 + 70) = 110^\circ \text{C} \\ t_{cp} &= 0,5 \cdot (|-40| + 16) = 28^\circ \text{C} \\ N &= \frac{49}{24,19} = 2 \text{ шт} \\ F_\phi &= 24,19 \cdot 2 = 48,4 \text{ м}^2 \\ \delta &= \frac{49 - 48,4}{49} 100\% = 1,22\% \leq 10\% \end{aligned}$$

11. Сопротивление калориферной установки по проходу воздуха  
103,3 Па.

12. Гидравлическое сопротивление калорифера 0,016 кПа.

Воздухонагреватель, идущий в комплекте с приточной установкой Wesper, подходит по расчету.

### 3.6.2 Расчет и подбор воздушных фильтров

Очистку наружного воздуха от пыли для систем вентиляции допускается не проектировать, если воздухоприемные устройства размещены в зеленой зоне.

Для приточных систем вентиляции комбината питания применяем фильтры синтетические плоские класса G4.

Расчет фильтров производится в следующей последовательности.

1. Необходимая эффективность очистки, %:

$$\xi = \frac{(X_H - X_K)}{X_H} \cdot 100 \quad (3.6.2.1)$$

где  $X_H, X_K$  - концентрация пыли в воздухе, соответственно до (наружного) и после (приточного) очистки, мг/м<sup>3</sup>.

2. Площадь фильтрованной поверхности, м<sup>2</sup>:

$$F_\phi = L / q \quad (3.6.2.2)$$

где  $L$  - количество воздуха, подаваемого в помещение (расчетный воздухообмен), м<sup>3</sup>/ч;

$q$  - рекомендуемая воздушная нагрузка ( $q = 7000 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \text{ч}$ ).

3. Количество устанавливаемых ячеек фильтра:

$$n_1 = F_\phi / f_{\text{я}} \quad (3.6.2.3)$$

где  $f_{\text{я}}$  - площадь рабочего сечения ячейки, принимаемая для фильтров синтетических плоских равна 0,74 м<sup>2</sup>.

4. Округлив  $n_1$  до целого числа, определяют общую площадь фильтра, м<sup>2</sup>:

$$F = n \cdot f_{\text{я}} \quad (3.6.2.4)$$

5. Определяют начальное сопротивление фильтра  $H_H$ , Па:  $H_H = 60 \text{ Па}$

6. Расчетное сопротивление фильтра, Па,

$$H_{\text{рф}} = 2 \cdot H_H \quad (3.6.2.5)$$

7. Расчетную пылеемкость фильтра  $G_\phi$ , г/м<sup>2</sup>, определяют по табл. с учетом  $H_{\text{рф}}$ .

8. Продолжительность работы фильтра до его регенерации, в сутках, определяют по зависимости:

$$T = \frac{G_{\phi} \cdot 10^5}{q \cdot \xi \cdot \tau \cdot (X_H - X_K)} \quad (3.6.2.6)$$

где  $\tau$  - число часов работы фильтра в сутки, 14 ч.

$$\xi = \frac{(0,5 - 0,1)}{0,5} \cdot 100 = 80\%$$

$$F_{\phi} = 8171 / 7000 = 1,167 \text{ м}^2$$

$$n_1 = 1,167 / 0,74 = 1,6 = 2 \text{ шт}$$

$$F = 2 \cdot 0,74 = 1,48 \text{ м}^2$$

$$H_{P\phi} = 2 \cdot 60 = 120 \text{ Па}$$

$$G_{\phi} = 2000 \text{ г/м}^2$$

$$T = \frac{2000 \cdot 10^5}{7000 \cdot 80 \cdot 14 \cdot (0,5 - 0,1)} = 64 \text{ суток}$$

Предложенные фильтры в приточной установке устраивают нашему расчету.

### 3.6.3 Расчет и подбор вентиляторов

Выбор радиального вентилятора выполняют по требуемой производительности  $L_B$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , и полному давлению вентилятора  $P_B$ , Па:

$$L_B = 1,1 \cdot L; \quad (3.6.3.1)$$

для приточных систем вентиляции

$$P_B = 1,1 \cdot \Delta P_{МАГ} + \Delta P_K + H_{P\phi}, \quad (3.6.3.2)$$

для вытяжных систем вентиляции

$$P_B = 1,1 \cdot \Delta P_{МАГ}, \quad (3.6.3.3)$$

где  $\Delta P_{МАГ}$  - общие потери давления в воздуховодах по магистральному направлению, Па;

$\Delta P_K$  - сопротивление калориферной установки по воздуху, Па;

$H_{P\phi}$  - сопротивление фильтра, Па;

Для приточной системы ПЗ

$$L_B = 1,1 \cdot 7140 = 7854 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$P_B = 1,1 \cdot 316,8 + 120 + 103,3 = 571,8 \text{ Па}$$

Для приточной системы П4

$$L_B = 1,1 \cdot 2520 = 2772 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$P_B = 1,1 \cdot 228,2 + 120 + 103,3 = 474,32 \text{ Па}$$

Приточные установки - агрегаты для подготовки и подачи с улицы в помещение свежего воздуха по вентиляционным каналам. Это модульные агрегаты, состоящие из нескольких секций. Наиболее важными являются секции вентилятора, секция подогрева, секция охлаждения и секция фильтрации.

Выбираем готовую приточную установку фирмы Wesper, состоящие из отдельных функциональных секций, соединенные между собой, которая удовлетворяет нашим расчетам.

Используя заданный расход воздуха и необходимые функции обработки воздуха: смешение, фильтрация, нагревание, охлаждение, вентиляция по программе Wesper, подбираем приточные установки.

Для вытяжной системы В10

$$L_B = 1,1 \cdot 1020 = 1122 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$P_B = 1,1 \cdot 85,84 = 94,42 \text{ Па}$$

Вентиляторы выбираем фирмы Sistemair. Подбираем вентилятор KVKF 250 L.

Прайс-лист представлен в приложении Б.

Для вытяжной системы В4

$$L_B = 1,1 \cdot 320 = 352 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$P_B = 1,1 \cdot 96,96 = 106,7 \text{ Па}$$

Вентиляторы выбираем фирмы Sistemair. Подбираем вентилятор KVKF 160 M.

Для остальных вытяжных систем подбираем вентиляторы аналогично.



### 3.6.4 Расчет и подбор воздушно тепловой завесы

Завеса имеет корпус, изготовленный из листовой стали, с высококачественным полимерным покрытием. Внутри корпуса расположены воздухонагреватель (электрический или водяной), вентилятор, сопло для выхода струи.

Вентилятор всасывает воздух из помещения через переднюю перфорированную стенку корпуса, поток воздуха нагревается в воздухонагревателе, после чего вентилятор выбрасывает поток через сопло в виде струи в плоскости проема или под углом к ней.

Завесы устанавливаются горизонтально над проемом или вертикально возле проема (одно- и двусторонние). Как правило, струя, истекающая из завесы, должна иметь размах, равный ширине или высоте проема. Поэтому важнейшим из габаритных размеров завесы является ее длина. Если размер стороны проема, вдоль которой устанавливается завеса, больше длины завесы, то выстраивают в ряд несколько примыкающих друг к другу завес, перекрывающих суммарной длиной сторону проема.

Условия расчета: двери двойные с тамбуром высотой  $H=2,7\text{м}$ , шириной  $B=2,2\text{м}$ , допустимые параметры  $v<8\text{м/с}$ ,  $t<50^\circ\text{C}$ .

1. Протяженность оси воздушной струи, м

$$S = 1,05 \cdot H \quad (3.6.4.1)$$

2. Разобьем проем на 4 уровня по 0,525 м каждая и проведем расчет разности давления для каждой из них. При этом

$$P_v = (C_H - C_3)(V_H^2 / 2) \rho_H \cdot K \quad (3.6.4.2)$$

Результаты заносим в таблицу 17.

Таблица 17 - Расчет воздушной завесы

№ зоны	$h_i, \text{м}$	$H - h_i, \text{м}$	$(H - h_i) \Delta \gamma, \text{Па}$	$P_{Hi}, \text{Па}$	$\Delta P_i, \text{Па}$	$V_{0i}$
1	0,675	2,625	7,72	32,5	14,4	6,8
2	1,35	1,95	5,73	28,2	12,8	6
3	2,025	1,275	3,75	24,6	10,2	5,5
4	2,7	0,6	1,77	19,4	8,5	5

3. Находим расход воздуха на 1 м щели:  $L_{1-1}=0,68 \text{ м}^3/\text{с}$   
 $L_{1-2}=0,6 \text{ м}^3/\text{с}$  ,  $L_{1-3}=0,55 \text{ м}^3/\text{с}$  ,  $L_{1-4}=0,5 \text{ м}^3/\text{с}$

4. Массовый расход воздуха на завесу составит, кг/с

$$G = \rho \sum L l \quad (3.6.5)$$

5. Температура воздуха, подаваемого в воздушную завесу, °С

$$t_0 = (t_B(1 - \beta_{B.П}) - \beta_{H.П} \cdot t_H) / \beta_{0П} \quad (3.6.6)$$

6. Определяем затраты тепла на подогрев воздуха, Вт

$$Q_3 = 3600 \cdot c_B \cdot G_3(t_0 - t_{BX}) \quad (3.6.7)$$

$$S = 1,05 \cdot 2,7 = 2,84 \text{ м}$$

$$P_v = (0,8 + 0,4) \cdot (l^2 / 2) \cdot [353 / (273 - 40)] \cdot 1 = 0,912 \text{ Па}$$

$$G = 1,2 \cdot (0,68 \cdot 0,675 + 0,6 \cdot 0,675 + 0,55 \cdot 0,675 + 0,5 \cdot 0,675) = 1,89 \text{ кг/с}$$

$$t_o = \left[ \frac{16 \cdot (1 - 0,61) - 0,02(-40)}{0,25} \right] = 28,2 \text{ °С}$$

$$Q_3 = 3600 \cdot 1,005 \cdot 1,89 \cdot (28,2 - 16) = 83424 \text{ кДж/ч}$$

Подбираем для тамбура №1 4 тепловые завесы фирмы «Frigo» марки AC 210, мощность 10 кВт, высота установки 2,5 м, расход 1400/1900 м<sup>3</sup>/ч, напряжение 400В, вес 27 кг, цена 64800 руб. Прайс-лист которого представлен в приложении Г.

Аналогично подбираем для загрузочной №27 тепловую завесу фирмы «Frigo» марки AC 203С, мощность 3 кВт, высота установки 2,5 м, расход 1400/1900 м<sup>3</sup>/ч, напряжение 230В, вес 15,5 кг, цена 45880 руб.

### 3.6.5 Подбор насосов

Для выбора насосов для отопления требуется знать его необходимую подачу и напор для случая номинальной нагрузки.

Напор складывается из стандартной разности давлений в подающей и обратной магистральных, которую обеспечивает ручной балансировочный клапан MSV-F 1,6 мПа и потерь давления в наиболее удаленной от насоса ветви 1580,22 Па. В сумме 3677,35 Па = 3,6 м.вод.ст. Расход сетевой воды на отопление равен 3,6 м<sup>3</sup>/ч.

Подбираем один насос фирмы GRUNDFOS с двухполюсным однофазным электродвигателем и электронным пропорциональным управлением модели UPS 32/60F. Н=2,8 м, G=8 м<sup>3</sup>/ч. Максимальная мощность N<sub>max</sub>= 0,185 кВт, U=380 В. Масса 17,3 кг.

Спецификация оборудования и материалов приведена в приложении А